DAU 16/101 A

Documento de adecuación al uso

Denominación comercial

Faveton® Bersal SS/Al

Tipo genérico y uso

Sistema de hoja exterior de fachada ventilada con placas cerámicas y subestructura de aluminio.

Titular del DAU

FAVETON TERRACOTA SL

Ctra. Herrera de los Navarros, km. 1,5
ES-50450 Muel (Zaragoza)
Tel. 976 14 03 11
www.faveton.com

Planta de producción

Ctra. Herrera de los Navarros, km. 1,5
ES-50450 Muel (Zaragoza)

Edición vigente y fecha

A 06.09.2016

Validez (condicionada a seguimiento anual [*])

Desde: 06.09.2016
Hasta: 05.09.2021

[*] La validez del DAU 16/101 está sujeta a las condiciones del *Reglamento del DAU*. La edición vigente de este DAU es la que figura en el registro que mantiene el ITeC (accesible en itec.es y a través del siguiente código QR).

Este documento consta de 40 páginas.
Queda prohibida su reproducción parcial.

El ITeC es un organismo autorizado para la concesión del DAU (BOE 94, 19 abril 2002) para productos de construcción (edificación e ingeniería civil) inscrito en el Registro General del CTE (Resolución de 3 septiembre 2010 – Ministerio de Vivienda).

ITeC

Control de ediciones

Edición	Fecha	Apartados en los que se han producido cambios respecto a la edición anterior
A	06.09.2016	Creación del documento.

Índice

1. Descripción del sistema y usos previstos 5
1.1. Definición del sistema constructivo 5
1.2. Usos a los que está destinado 5

2. Componentes del sistema 6
2.1. Placas cerámicas Faveton® Bersal 6
2.2. Perfiles guía horizontal 6
2.3. Perfil vertical 6
2.4. Ménsulas 6
2.5. Elementos de fijación 6

3. Fabricación y control de producción 12
3.1. Fabricación 12
3.1.1. Materias primas 12
3.1.2. Proceso de fabricación 12
3.1.3. Presentación del producto 12
3.2. Control de la producción 12
3.2.1. Control de la fabricación 12
3.2.2. Control de los componentes comprados 14
3.3. Control de ejecución en obra 14
3.4. Almacenamiento, transporte y recepción en obra 14
3.4.1. Almacenamiento 14
3.4.2. Transporte 14
3.4.3. Control de recepción en obra 14

4. Criterios de proyecto 15
4.1. Criterios de diseño de la fachada 15
4.2. Seguridad estructural 17
4.3. Seguridad en caso de incendio 17
4.3.1. Reacción al fuego 17
4.3.2. Resistencia al fuego 18
4.4. Salubridad 18
4.4.1. Grado de impermeabilidad al agua de lluvia 18
4.4.2. Limitación condensaciones 18
4.4.3. Estanqueidad al aire 19
4.5. Seguridad de utilización 19
4.5.1. Impacto por el exterior 19
4.5.2. Equipotencialidad 19
4.6. Protección frente al ruido 19
4.7. Ahorro de energía y aislamiento térmico 19
4.8. Durabilidad 19

5. Detalles constructivos 21

6. Criterios de puesta en obra 26
6.1. Criterios generales de puesta en obra 26
6.1.1. Montadores y equipos de montaje 26
6.1.2. Manipulación en obra. Condiciones de seguridad 26
6.2. Verificaciones previas a la puesta en obra 26
6.3. Replanteo 27
6.4. Corte de las placas cerámicas 27
6.5. Montaje de las ménsulas 27
6.6. Montaje de los perfiles verticales 27
6.7. Montaje de los perfiles guía horizontal 28
6.8. Montaje de las placas cerámicas 28
6.9. Ejecución de los puntos singulares 28

7. Otros criterios 30
7.1. Criterios de mantenimiento del sistema 30
7.2. Medidas para la protección del medio ambiente 30
7.2.1. Tratamiento de residuos 30

7.3. Condiciones exigibles a las empresas instaladoras de los sistemas 30

8. Referencias de utilización y visitas de obra 31
8.1. Referencias de utilización 31
8.2. Visitas de obra 31

9. Evaluación de ensayos y cálculos 31
9.1. Ensayo de estanqueidad al agua de lluvia 31
9.2. Ensayo de resistencia a carga vertical 31
9.3. Ensayo de resistencia al viento 32
9.4. Ensayo de resistencia frente a impactos por el exterior 32
9.5. Ensayo de resistencia frente a fuerza puntual horizontal 32
9.6. Ensayo de resistencia a flexión de las placas 32
9.7. Ensayo de resistencia de las pestañas de las placas 32
9.8. Ensayo de resistencia de las ménsulas 32
9.9. Ensayo de resistencia al atravesamiento (*pull-through*) del perfil guía horizontal 32
9.10. Ensayo de resistencia al arrancamiento (*pull-out*) del tornillo perfil guía horizontal – perfil vertical 32
9.11. Ensayo de resistencia al cortante y tracción de los tornillos perfil-ménsula 32
9.12. Cálculos 32

10. Comisión de Expertos 36

11. Documentos de referencia 36

12. Evaluación de la adecuación al uso 38

13. Seguimiento del DAU 39

14. Condiciones de uso del DAU 39

15. Lista de modificaciones de la presente edición 40

1. Descripción del sistema y usos previstos

1.1. Definición del sistema constructivo

El sistema Faveton® Bersal SS/Al (sistema de fijación simple con subestructura de aluminio) es una solución de hoja exterior[1] de fachada ventilada[2] formada por los siguientes componentes:

- Revestimiento de placas cerámicas alveolares, placas Faveton® Bersal.
- Elementos de fijación del revestimiento:
  - Perfiles guía horizontal de aluminio.
- Subestructura[3] de anclaje a la estructura soporte[4] formada por:
  - Perfiles verticales de aluminio.
  - Ménsulas de aluminio.
  - Elementos de fijación de acero inoxidable.

Para más información sobre los distintos componentes del sistema, véase el capítulo 2.

En el presente DAU no se evalúan los anclajes de fijación de las ménsulas a la estructura soporte. Las especificaciones que deberán cumplir estos componentes se indican en el capítulo 4 con el objetivo de que puedan ser elegidos convenientemente en cada proyecto.

1.2. Usos a los que está destinado

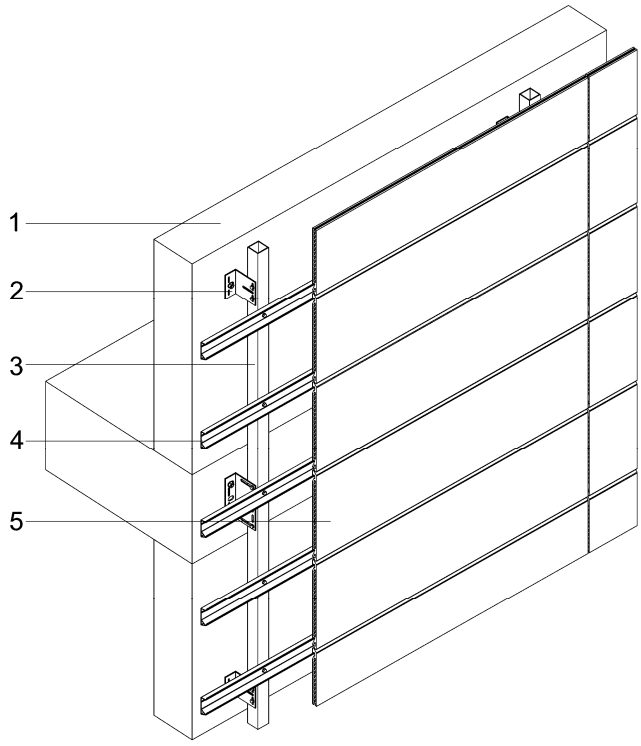
El sistema Faveton® Bersal SS/Al se usa como revestimiento exterior en cerramientos de fachada ventilada, para obras nuevas y de rehabilitación, sobre tramos de fachada con geometría plana.

Los soportes sobre los que se puede aplicar el sistema Faveton® Bersal SS/Al son: muros de obra de fábrica (arcilla cocida u hormigón), estructuras de hormigón (muros, forjados, pilares, etc.) y estructura metálica (vigas, pilares y entramados de muros).

En todos los casos, estos soportes deben tener la resistencia y estabilidad adecuada para soportar los esfuerzos transmitidos por el sistema.

Los anclajes de la subestructura del sistema al sustrato soporte deberán elegirse en función de la naturaleza de éste y de los esfuerzos a los que van a ser sometidos (véase la tabla 2.7).

Para más información sobre las características prestacionales del sistema, así como sobre los criterios de proyecto y ejecución, véanse los capítulos 4 a 6.



1. Estructura soporte
2. Ménsula de aluminio
3. Perfil vertical de aluminio
4. Perfil horizontal de aluminio
5. Placa cerámica alveolar Faveton® Bersal

Figura 1.1: Vista general del sistema Faveton® Bersal SS/Al.

[1] Un cerramiento de fachada ventilada está compuesto por la hoja exterior de la fachada (revestimiento exterior, fijaciones y subestructura), la cámara de aire ventilada y la hoja interior de la fachada (compuesta por una o varias capas de componentes tanto pesados como ligeros).

[2] Tal como se define en los documentos de referencia a nivel europeo sobre fachadas ventiladas, se considera que la fachada es ventilada cuando la cámara de aire tiene un espesor mínimo de 20 mm y las aberturas mínimas de ventilación son de 50 cm^2 por metro lineal en el arranque y coronación de la fachada.

[3] Montaje intermedio situado entre el revestimiento y su estructura de soporte.

[4] Elemento constructivo resistente que transmite los esfuerzos de éste a la estructura del edificio, o que forma parte de ella.

2. Componentes del sistema

El sistema Faveton® Bersal SS/Al está formado por los siguientes componentes:

- Placas cerámicas estándar Faveton® Bersal.
- Perfiles guía horizontal de aluminio para la fijación de las placas.
- Perfil vertical de aluminio.
- Ménsulas de aluminio.
- Elementos de fijación[5] (tornillos autotaladrantes y fijaciones puntuales).
- Masilla auxiliar para el refuerzo[6] en la fijación de las placas.

A continuación se detallan las características de cada uno de estos componentes.

2.1. Placas cerámicas Faveton® Bersal

Las placas cerámicas Faveton® Bersal estándar son piezas rectangulares alveolares que disponen de dos pestañas por su cara interior que permiten su fijación sobre los perfiles horizontales (véase la figura 2.1) [7].

Las dimensiones y tolerancias de fabricación de los distintos formatos de placas se indican en la tabla 2.1; otras características de las placas se indican en la tabla 2.2.

Las placas Faveton® Bersal se pueden suministrar en varios acabados.

Para la solución de la esquina existe una placa alveolar ingletada Faveton® Bersal; esta pieza se obtiene mediante el corte en inglete de una placa estándar.

Las placas se refuerzan[6] con un sellante adhesivo elástico polimérico mediante su aplicación sobre los perfiles guía horizontal descritos en el apartado 2.2. Las características de esta masilla se indican en la tabla 2.8.

2.2. Perfiles guía horizontal

El sistema Faveton® Bersal SS/Al incluye los siguientes tipos de perfiles guía horizontal:

- Perfil Horizontal Doble, PHD (véase la figura 2.2a): se posiciona en las partes centrales de la fachada y soporta dos filas de placas de revestimiento.
- Perfil Horizontal Simple, PHS:
  - de arranque y coronación (véase la figura 2.2b): se posiciona en el arranque y coronación de la fachada y soporta una fila de placas de revestimiento;
  - de coronación específico para solución de vierteaguas (véase la figura 2.2c).

Los perfiles guía horizontal se deben fijar a los perfiles verticales descritos en el apartado 2.3 y se necesitan dos perfiles para sujetar una placa de revestimiento.

Los perfiles guía son de aluminio cuyas características se indican en la tabla 2.3. Otras características de los perfiles se indican en la tabla 2.4, mientras que la geometría y dimensiones se muestran en las figuras 2.2.

2.3. Perfil vertical

El perfil vertical de aluminio es un perfil normalizado tubular de sección cuadrada (véase la figura 2.3).

Los perfiles guía son de aluminio cuyas características se indican en la tabla 2.3. Otras características de los perfiles se indican en la tabla 2.4, mientras que la geometría y dimensiones se muestra en la figura 2.3.

2.4. Ménsulas

El sistema Faveton® Bersal SS/Al incluye dos tipos de ménsulas para la fijación del perfil vertical a la estructura soporte:

- Ménsula de altura 175 mm (véase la figura 2.4a).
- Ménsula de altura 110 mm (véase la figura 2.4b).

Ambos tipos de ménsulas pueden ser utilizadas como puntos de apoyo o puntos de carga en función de si los tornillos se posicionan en los agujeros colisos o agujeros simples del ala de las ménsulas respectivamente (véanse las figuras 2.4).

Las ménsulas son de aluminio cuyas características se indican en la tabla 2.3. Otras características de las ménsulas se indican en la tabla 2.5, mientras que la geometría y dimensiones se muestran en las figuras 2.4.

2.5. Elementos de fijación

Todos los componentes del sistema Faveton® Bersal SS/Al se fijan entre sí mediante los tornillos autotaladrantes definidos en la tabla 2.6.

Los anclajes para la fijación de las ménsulas a la estructura soporte deben elegirse específicamente para cada proyecto en función del material del soporte, el tipo de anclaje y del valor de las acciones que actúen en cada caso sobre ellos (véase el apartado 4.2).

Se recomienda que estos anclajes cumplan con las especificaciones mínimas indicadas en la tabla 2.7.

[5] Los anclajes para la fijación de las ménsulas a la estructura soporte no se consideran como componentes propios del sistema Faveton® Bersal SS/Al, sin embargo en este documento se establecen criterios para que se elijan correctamente en cada caso.

[6] Refuerzo para la consolidación de la posición de las placas sobre el perfil guía horizontal. No se le asigna capacidad resistente de sujeción de las placas.

[7] Todas las cotas de las figuras de este documento están expresadas en mm.

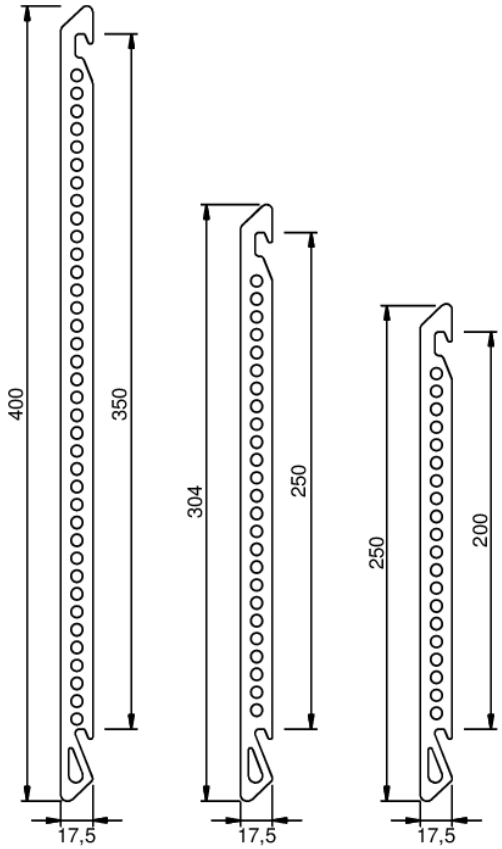


Figura 2.1: Placas Faveton® Bersal. Longitud nominal variable.

Formato (mm)	Dimensiones y tolerancias de fabricación			
	Altura (mm)	Longitud (mm)	Espesor (mm)	Masa por unidad (kg)
250x600	250 ± 2	597 ± 1	17,5 ± 10%	5,75
250x800		797 ± 1		7,67
250x900		897 ± 1		8,63
250x1000		997 ± 1		9,60
250x1200		1197 ± 1		11,52
300x600	304 ± 2	597 ± 1	17,5 ± 10%	6,99
300x800		797 ± 1		9,33
300x900		897 ± 1		10,50
300x1000		997 ± 1		11,67
300x1200		1197 ± 1		14,01
400x600	400 ± 2	597 ± 1	17,5 ± 10%	9,19
400x800		797 ± 1		12,27
400x900		897 ± 1		13,81
400x1000		997 ± 1		15,35
400x1200		1197 ± 1		18,43

Tabla 2.1: Dimensiones de fabricación y tolerancias de las placas cerámicas Faveton® Bersal.

Placas Faveton® Bersal

Característica		Referencia	Valor declarado
Dimensiones y tolerancias		UNE-EN ISO 10545-2	Según tabla 2.1
Rectitud de lados (%)			± 0,3%
Ortogonalidad (%)			± 1,0%
Planitud – Curvatura central (%)			± 0,5%
Planitud – Curvatura lateral (%)			± 0,5%
Planitud – Alabeo (%)			± 0,8%
Aspecto superficial			Sin defectos
Densidad aparente (kg/m^3)		UNE-EN ISO 10545-3	≤ 2200
Densidad relativa aparente (kg/m^3)			≤ 2600
Porosidad abierta (%)			15,3
Masa por unidad de superficie (kg/m^2)		---	≤ 40
Absorción de agua		UNE-EN ISO 10545-3	< 6%
Resistencia a flexión (N/mm^2)		UNE-EN ISO 10545-4	≥ 10
Resistencia de las pestañas en 100 mm de longitud (N)		Apdo. 9.7	≥ 40
Coeficiente de dilatación térmica (μm/m·ºC)	Transversal	UNE-EN ISO 10545-8	2,7
	Longitudinal		4,0
Resistencia al choque térmico		UNE-EN ISO 10545-9	Sin defectos
Dilatación por humedad (mm/m)		UNE-EN ISO 10545-10	< 0,6
Resistencia a la helada		UNE-EN ISO 10545-12	Sin defectos
Resistencia a las manchas		UNE-EN ISO 10545-14	Clase 5
Diferencias de color		UNE-EN ISO 10545-16	Aceptable

Tabla 2.2: Otras características de las placas Faveton® Bersal.

Material de los perfiles guía horizontal, perfil vertical y ménsulas

Característica	Referencia	Valor declarado	
		Perfiles	Ménsulas
Tipo de material	UNE EN 1999-1-1	AW-6063 T5	AW-6060 T5
Clase de durabilidad		B	
Peso específico (kg/m^3)		2700	
Módulo de elasticidad longitudinal (MPa) (*)		64100	59300
Módulo de elasticidad transversal (MPa)		27000	
Coeficiente de Poisson		0,30	
Coeficiente de dilatación térmica (µm/m·ºC) (para T ≤ 100 ºC)		23,2	
Límite elástico (MPa)	UNE EN 755-2 UNE EN 1999-1-1	≥ 130	≥ 120
Límite de rotura (MPa)		≥ 175	≥ 160
Alargamiento$_{80}$ (%)		≥ 8	
Alargamiento$_{50}$ (%)		≥ 6	
(*) Dato correspondiente al obtenido en los ensayos. El módulo de elasticidad definido en EN 1999-1-1 es 70000 MPa.			

Tabla 2.3: Características del aluminio de los perfiles guía horizontal, perfiles verticales y ménsulas.

Perfiles guía horizontal y perfil vertical

Característica	Valor declarado			
	Perfiles guía horizontal			Perfil vertical
	Doble PHD	Simple PHS	Vierteaguas PHS-v	Tubo 40x40x2,0
Dimensiones	Figura 2.2a	Figura 2.2b	Figura 2.2c	Figura 2.3
Masa (g/m)	565	330	285	790
Área (mm^2)	225	130	113	304
Longitud estándar (m)	6	6	6	6
Momento de inercia Ixx (cm^4) – flexión peso	9,30	1,30	0,92	7,34
Momento de inercia Iyy (cm^4) – flexión viento	1,16	0,64	0,59	7,34
Módulo resistente Wxx (cm^3) – flexión peso	2,66	0,56	0,46	3,67
Módulo resistente Wyy (cm^3) – flexión viento	0,74	0,38	0,38	3,67

Tabla 2.4: Otras características de los perfiles guía horizontal y perfil vertical.

Ménsulas

Característica	Valor declarado	
	Ménsula MS	Ménsula MR
Uso	Punto de carga o punto de apoyo del perfil vertical	
Geometría	Figura 2.4a	Figura 2.4b
Dimensiones nominales (mm) [H x B x L x e] H = altura B = ancho de la base L = longitud del ala e = espesor del ala	175 x 60 x 90 x 4,0	110 x 60 x 90 x 4,0
Masa por unidad (g) L = 90	235	155

Tabla 2.5: Características de las ménsulas.

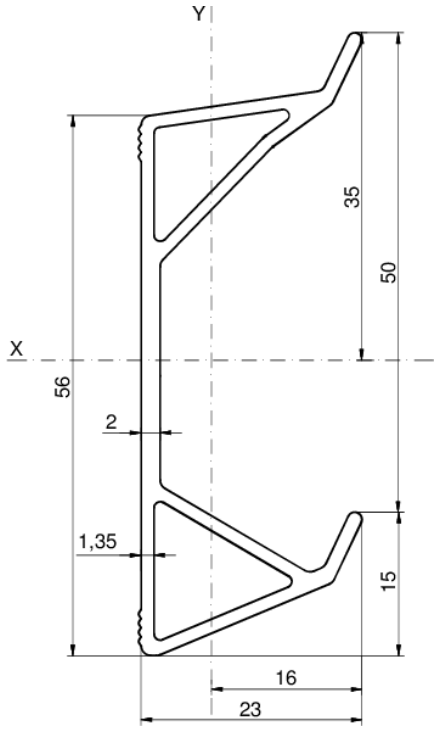


Figura 2.2a: Perfil horizontal doble (PHD).

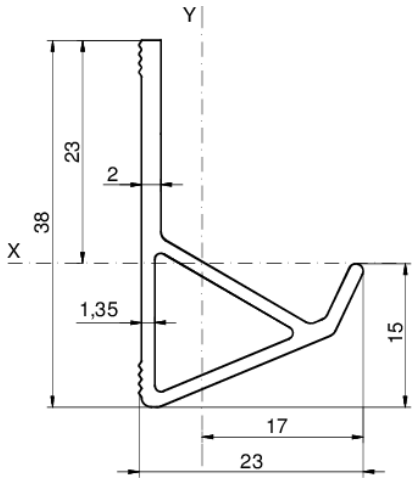


Figura 2.2b: Perfil horizontal simple (PHS) para arranque y coronación.

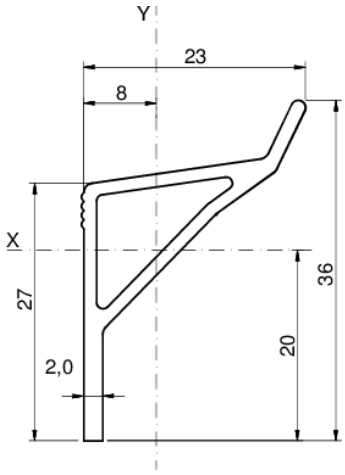


Figura 2.2c: Perfil horizontal simple (PHS-v) de aluminio de coronación específico para solución de vierteaguas.

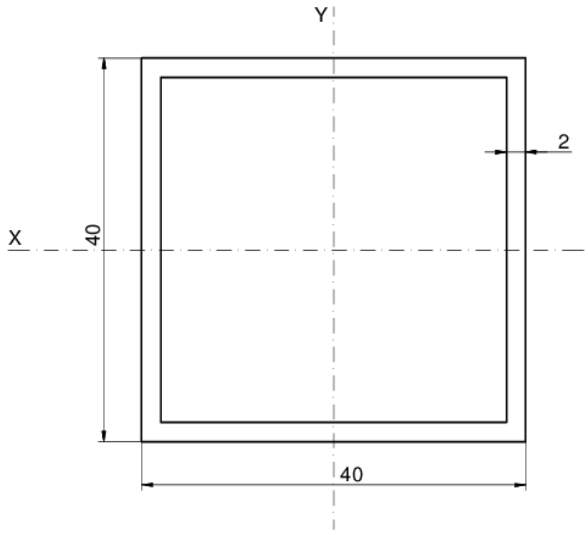


Figura 2.3: Perfil vertical.

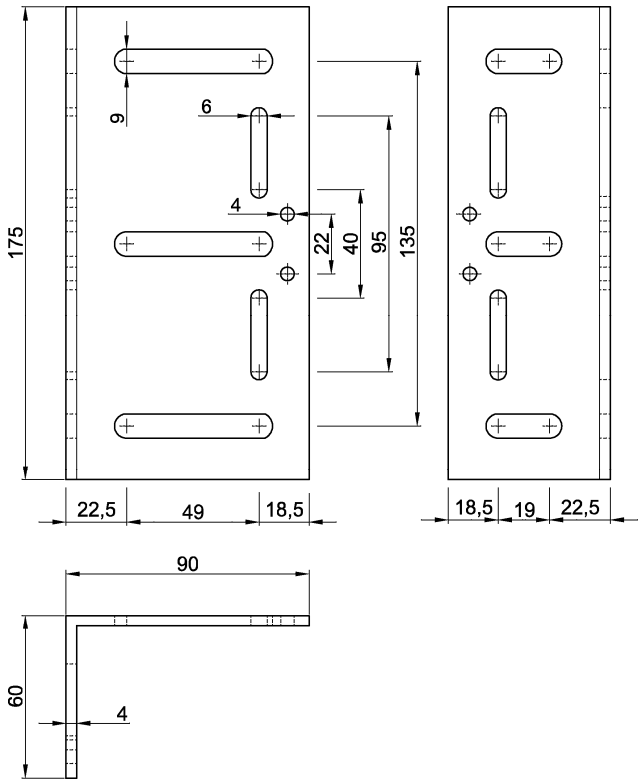


Figura 2.4a: Ménsula de altura 175 mm (MS).

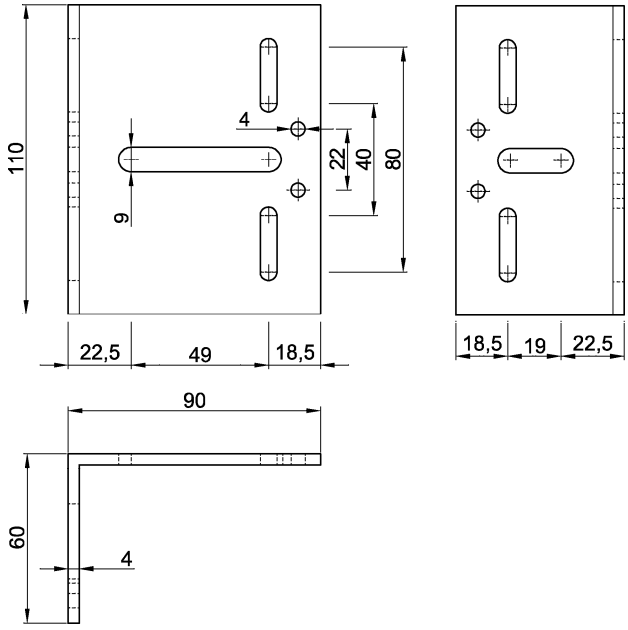


Figura 2.4b: Ménsula de altura 110 mm (MR).

Elementos de fijación

Características	**Referencia**	**Valor declarado**	
Uso	--	Unión Perfil-Ménsula	Unión Perfil-Perfil
Tipo	UNE EN ISO 15480	Tornillo autotaladrante de cabeza hexagonal de arandela con rosca autorroscante	
Dimensiones: (Rosca x Longitud mínima)		ST5,5x19	ST5,5x35
Material	UNE EN ISO 3506-4	Acero inoxidable A2-70	
Características de la rosca	UNE EN ISO 10666	De acuerdo con la norma de referencia	
Características del taladro		De acuerdo con la norma de referencia	
Límite elástico $R_{p,0,2}$ (MPa)	UNE EN ISO 3506-1	450	
Límite rotura R_m (MPa)		700	
Elongación A (%)		0,4·d	
Resistencia al arrancamiento (kN)	Apdo. 9.10	≥ 1,8	
Resistencia al cortante (kN)	Apdo. 9.11	≥ 2,4	

Tabla 2.6: Características de los elementos de fijación entre perfil y ménsula de aluminio.

Anclajes ménsulas – soporte

Característica		Especificación mínima
Diámetro mínimo	Fijación	≥ Ø 8 mm
	Arandela	≥ Ø 16 mm
Material (*)		Acero inoxidable (A2 o A4)
Resistencia al arrancamiento (**)		≥ 2,5 kN o superior a la fuerza horizontal en la ménsula debida a la succión del viento.
Resistencia al cortante		≥ 3,0 kN o superior a la fuerza vertical en la ménsula debida al peso propio del sistema.
Marcado CE		Cuando sea posible se recomienda que los anclajes dispongan del marcado CE. Por ejemplo: - Anclajes metálicos para uso en hormigón, según ETAG 001, partes 1 y 6. - Anclajes plásticos según ETAG 020, partes 1 y 5. - Anclajes metálicos por inyección para fábrica de albañilería según ETAG 029.
Servicio		En la elección de los anclajes se recomienda considerar las condiciones de servicio a las que estarán sometidos (dirección de las acciones, tipo de hormigón, tipo de obra de fábrica, distancias mínimas al borde, etc.)

(*) Para evitar par galvánico, el material de la fijación y la arandela deberá ser compatible con el aluminio de la ménsula.
(**) A garantizar sobre los materiales del sustrato.

Tabla 2.7: Especificaciones generales de los anclajes entre las ménsulas y el soporte.

Masilla de refuerzo

Característica	Referencia	Valor declarado
Módulo de elasticidad (MPa) (*)	ISO 37 / DIN 53504	0,62
Carga de rotura (MPa)	ISO 37 / DIN 53504	1,86
Alargamiento mínimo (%)	ISO 37 / DIN 53504	551
Resistencia térmica (ºC)	---	De -40 ºC a +90 ºC

Tabla 2.8: Características de la masilla de refuerzo de las placas Faveton® Bersal.

3. Fabricación y control de producción

3.1. Fabricación

3.1.1. Materias primas

Las materias primas que se utilizan para la fabricación de las placas cerámicas Faveton® Bersal son:

- Arcilla porcelánica atomizada.
- Arcilla micronizada roja.
- Arena feldespática.
- Agua.
- Pigmentos.
- Óxidos sintéticos.

3.1.2. Proceso de fabricación

El proceso de fabricación consta de las siguientes etapas:

- Preparación de la mezcla.
- Extrusión.
- Secado.
- Cocción.
- Selección y corte.
- Empaquetado.

3.1.3. Presentación del producto

Las placas cerámicas Faveton® Bersal y el resto de los componentes del sistema se presentan tal y como se indica en la tabla 3.1.

3.2. Control de la producción

Faveton Terracota SL controla que todos los componentes del sistema son conformes con las especificaciones indicadas en el capítulo 2 mediante la aplicación del Plan de Control acordado con el ITeC.

3.2.1. Control de la fabricación

Faveton Terracota SL fabrica las placas Faveton® Bersal en sus instalaciones de Muel (Zaragoza) donde tiene implantado un control de producción en fábrica para las placas Faveton® Bersal, objeto de este DAU.

Faveton Terracota SL dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad conforme con las exigencias de la norma UNE-EN ISO 9001 para el proceso de diseño y fabricación de las placas Faveton® Bersal. Dicha conformidad se plasma en el certificado vigente número ES15/18291 emitido por SGS.

Las características que son objeto de control en cada una de las fases del proceso: materia prima, fabricación y producto final, se recogen en las tablas 3.2 a 3.4.

Materia	Característica controlada	Frecuencia de control
Arcilla porcelánica atomizada	Granulometría	Cada recepción
	Humedad	Cada recepción
	Certificados del fabricante	Cada recepción
Otras arcillas	Granulometría	Cada recepción
	Humedad	Cada recepción
Arenas y feldespatos	Granulometría	Cada recepción
	Humedad	Cada recepción
Pigmentos cerámicos	Certificados del fabricante	Cada recepción

Tabla 3.2: Control de materias primas.

Componente	Tipo de paquete	Cantidad por paquete	Información del etiquetado
Placas Faveton® Bersal	Palé (1)	Variable (2)	Nombre del fabricante; Fecha de fabricación; Tipo de producto. Marca comercial; Medidas nominales; Modelo y color; Número de piezas por palé y peso aproximado.
Perfiles guía horizontal	Embalado en cartón	Variable según las necesidades de la obra	Datos del fabricante; Referencia del cliente; Referencia del producto; Nº barras/caja; Longitud; Nº de bulto; Nº de pedido; Peso
Perfil vertical			
Ménsulas	Caja	100 para ménsulas altura 175 150 para ménsulas altura 110	Datos destinatario; Descripción del contenido; Condiciones de envío; Tipo de transporte; Nº de bulto; Peso del palé; Referencia del producto; Descripción del producto; Nº de piezas por caja; Código numérico del fabricante
Elementos de fijación	Caja	Variable en función del suministrador	Variable en función del suministrador
Masilla	Caja	25 cartuchos	Variable en función del suministrador

(1) Cada pieza cerámica se marca con la palabra Faveton®.
Las piezas cerámicas Faveton® se suministran en palés de madera plastificados y con encintado de fleje de dimensiones 850 x 1200 mm.
(2) El número de piezas que contiene cada palé se determina de modo que el peso total del palé oscila entre 600 kg y 1300 kg.

Tabla 3.1: Presentación de los componentes del sistema Faveton® Bersal SS/Al.

Proceso	Propiedad controlada	Frecuencia de control
Preparación de la mezcla	Dosificación por peso	Continua
	Humedad de la mezcla	Continua
Amasado	Humedad	Continua
	Tiempo	Continua
Extrusión	Humedad	Continua
	Vacío	Continua
	Estado de los moldes	Continua
	Estado del corte	Continua
	Aspecto de las piezas	Continua
	Elementos extraños	Continua
	Roturas / fisuras	Continua
	Densidad compensada Pieza sin desviaciones	Cada 8 horas
Secado	Temperaturas	Continua
	Humedad	Continua
	Presión	Continua
	Velocidad de secado	Continua
	Roturas / Fisuras	Continua
	Aspecto de las piezas	Continua
Cocción	Temperaturas	Continua
	Roturas / Fisuras	Continua
	Aspecto de las piezas	Continua
	Curva de cocción	Continua
Selección y corte (1)	Aspecto	Continua
	Color	Continua
	Tono	Continua
	Dimensión	Continua
	Defectos de fabricación	Continua

(1) Corte según pedidos de proyectos.

Tabla 3.3: Control del proceso de fabricación.

Producto	Característica controlada	Norma de referencia	Frecuencia de control
Placas Faveton® Bersal	Aspecto superficial (1)	UNE-EN ISO 10545-2	Cada día de fabricación y formato
	Tolerancias dimensionales (1) (3)		Cada día de fabricación y formato
	Absorción de agua y densidad (1)	UNE-EN ISO 10545-3	Cada día de fabricación y formato
	Resistencia a la flexión y carga rotura (1)	UNE-EN ISO 10545-4	Cada día de fabricación y formato
	Coeficiente de dilatación térmica lineal (2)	UNE-EN ISO 10545-8	Anual
	Resistencia al choque térmico (2)	UNE-EN ISO 10545-9	Anual
	Dilatación por humedad (2)	UNE-EN ISO 10545-10	Anual
	Resistencia a la helada (2)	UNE-EN ISO 10545-12	Anual
	Resistencia a las manchas (1)	UNE-EN ISO 10545-14	Cada día de fabricación y formato
	Diferencias de color (1)	UNE-EN ISO 10545-16	Cada día de fabricación y formato

(1) En laboratorio interno.
(2) En laboratorio externo.
(3) Longitud, anchura, grosor, rectitud de lados, ortogonalidad, planitud (alabeo y curvaturas).

Tabla 3.4: Control de producto terminado Faveton® Bersal.

3.2.2. Control de los componentes comprados

El control del resto de componentes del sistema es realizado por Faveton Terracota SL, que selecciona como proveedores a empresas fabricantes en disposición de un control de producción en fábrica que se ajusta a sus especificaciones para la fabricación de los distintos componentes, solicitando para su control certificados periódicos de conformidad con las especificaciones del producto.

En el *Dossier Técnico del presente DAU* queda recogida toda la información relativa al Plan de Control.

3.3. Control de ejecución en obra

Durante la ejecución del sistema Faveton® Bersal SS/Al, el técnico responsable de la obra deberá llevar a cabo un control que garantice que la ejecución del sistema se realiza conforme a la solución adoptada en el proyecto y considerando los criterios indicados en los capítulos 4 a 6 (véase también el apartado 3.4.3).

En el caso que se requiera, Faveton Terracota SL puede facilitar asesoramiento técnico y/o ayuda al control de la ejecución del sistema.

3.4. Almacenamiento, transporte y recepción en obra

3.4.1. Almacenamiento

Posteriormente a su fabricación, las placas Faveton® Bersal se almacenan de forma controlada y organizada en cajones en fábrica o en la campa de Faveton Terracota SL, hasta su transporte a obra o a almacén.

El resto de componentes del sistema Faveton® Bersal SS/Al (perfiles guía horizontal, perfil vertical, ménsulas y elementos de fijación) son almacenados por los proveedores hasta su transporte a la obra.

Durante el almacenamiento en obra debe evitarse que las placas cerámicas se deterioren, debiéndose proteger contra la humedad, la suciedad y los impactos.

Las placas deben guardarse preferiblemente dentro de su embalaje en un espacio protegido de la intemperie. Asimismo el lugar de almacenamiento debe quedar fuera del tráfico habitual de la obra para evitar desperfectos o usos indebidos antes de su puesta en obra. Los palés de las placas Faveton® Bersal no se deben apilar.

El resto de los componentes del sistema Faveton® Bersal también deben ser almacenados en obra de modo que queden protegidos de la intemperie y bajo cubierta.

Para el correcto almacenamiento, manipulación y traslado de los distintos componentes del sistema Faveton® Bersal se deberá seguir la normativa vigente en cuanto a prevención de riesgos laborales.

3.4.2. Transporte

El transporte de los componentes del sistema Faveton® Bersal SS/Al puede ser realizado por cualquier medio convencional siempre que se tenga en cuenta que estos componentes no deben sufrir deterioro o desperfectos en ninguna de las fases de este proceso: carga, transporte y descarga.

3.4.3. Control de recepción en obra

En la recepción en obra se deberá controlar, al menos mediante una inspección visual, el estado del material suministrado. En particular se deberá considerar:

- No deberán presentar fisuras, roturas ni deformaciones.
- No se admitirán deformaciones, alabeos ni desconchados en las placas.
- No se admitirán defectos superficiales, deformaciones ni alabeos en los perfiles.
- No se admitirá corrosión en los elementos metálicos del sistema.
- Se deberá presentar documentación del fabricante o suministrador conforme a que el producto suministrado es el especificado.
- Debe comprobarse que los anclajes de fijación cumplen con las especificaciones mínimas indicadas en la tabla 2.7.

4. Criterios de proyecto

El cerramiento completo de fachada ventilada que incluya el sistema Faveton® Bersal SS/Al como hoja exterior de revestimiento deberá cumplir con las exigencias básicas de: seguridad estructural, seguridad de uso, salubridad, protección frente al ruido y ahorro de energía definidas por el Código Técnico de la Edificación (CTE), así como otras exigencias relacionadas con la durabilidad de los materiales.

En el presente capítulo se indican los criterios que deberán ser considerados para el correcto diseño del sistema objeto del DAU.

4.1. Criterios de diseño de la fachada

Para el correcto diseño del sistema Faveton® Bersal SS/Al se deberá considerar lo siguiente:

- El sistema se debe modular de modo que se racionalice el uso de material evitando desperdicios y cortes innecesarios de las placas y de los perfiles. Para ello se deberá tener en cuenta la distancia entre perfiles verticales así como las dimensiones de las placas.
- A efectos de predimensionado, se deberá considerar una dimensión de 3 mm para la junta vertical entre placas (véase el apartado 6.8 donde se establecen los rangos dimensionales admisibles en la ejecución).
- Se recomienda modular la fachada planificando los cortes de las placas cerámicas necesarios en las esquinas, para así poder absorber posibles discrepancias entre las medidas teóricas de la obra y las reales.
- El tamaño de placa cerámica a utilizar establecerá la modulación a considerar entre los ejes de los perfiles horizontales (véase la figura 4.1 y el apartado 6.7).
- La modulación entre los perfiles horizontales deberá prever las tolerancias de fabricación entre las pestañas de sujeción de cada placa cerámica, así como las tolerancias de montaje establecidas para los perfiles horizontales (véase el apartado 6.7).
- La disposición de las ménsulas sobre la estructura soporte se realiza mediante el apoyo del ala corta, mientras que en el ala larga de las ménsulas se fijan los perfiles verticales.
- El espesor global de la solución del sistema Faveton® Bersal SS/Al puede variar entre 125 mm y 140 mm. El espesor de la cámara de aire generada entre la cara interior de las placas de revestimiento y la estructura soporte varía entre 109 mm y 124 mm, dejando una distancia libre continua de 90 mm a 105 mm entre ésta y los perfiles horizontales de sujeción de las placas (véase la figura 4.2).
- Se debe prever interrumpir los paños de fachada allí donde existan juntas de dilatación estructurales o juntas movimiento.
- Una misma placa cerámica no debe ser colocada sobre perfiles horizontales o verticales que hayan sido interrumpidos, bien por una junta de movimiento, o bien por haberse completado la dimensión del perfil (véanse las figuras 4.4 y 4.6).
- En la modulación de la fachada se deberán considerar áreas de placas cerámicas sujetas a subestructuras mecánicamente independientes entre sí. Estas áreas dispondrán de perfiles horizontales simples en la parte inferior y superior de su subestructura de soporte, lo que permitirá la introducción de juntas horizontales de regulación en la fachada.
- A efectos de predimensionado, en el proyecto se puede considerar una dimensión de 10 mm para dichas juntas de regulación horizontal (véase el apartado 6.8 donde se establecen los rangos dimensionales admisibles en la ejecución de las placas).
- La distancia máxima entre perfiles verticales será la que se obtenga según los cálculos. En cualquier caso, esta distancia no debe ser superior a 1,0 m.
- El desplome máximo total del sustrato soporte que admite el sistema es 50 mm.
- Cada perfil vertical debe tener un punto de anclaje de carga (punto fijo) y varios puntos de apoyo (puntos deslizantes que permitan los movimientos de dilatación del sistema). Los puntos de carga pueden ser ejecutados con una o dos ménsulas mientras que los puntos de apoyo se ejecutan con una sola ménsula con los tornillos posicionados en los agujeros colisos de las alas de las ménsulas.
- Se recomienda que los puntos de carga de los distintos perfiles de un paño de fachada se coloquen sobre el frente del forjado de la estructura del edificio y alineados horizontalmente en una misma fila y altura.
- Los puntos de apoyo del perfil vertical (distancia entre ménsulas) deben estar a la distancia que resulte de los cálculos (no superior a 1,0 m) y pueden fijarse sobre cualquier tipo de sustrato, incluyendo si es necesario el frente de forjado.
- La separación entre dos perfiles verticales contiguos no debe ser inferior a 10 mm.
- Debe considerarse que la longitud máxima en voladizo de los perfiles (verticales o guía horizontal) es 200 mm.

En el capítulo 5 se aportan los principales detalles constructivos del sistema.

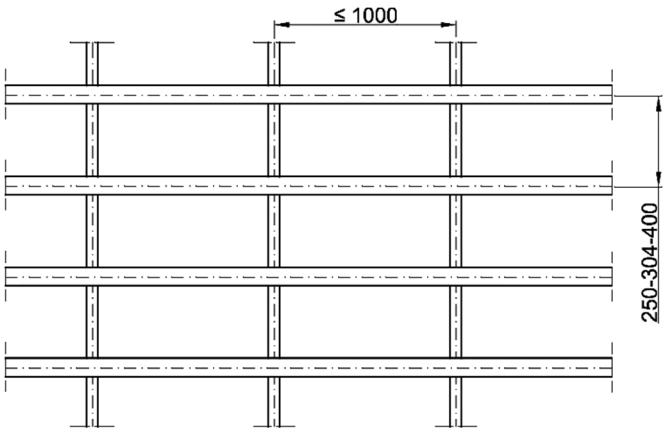


Figura 4.1: Distancias de modulación entre ejes de los perfiles horizontales.

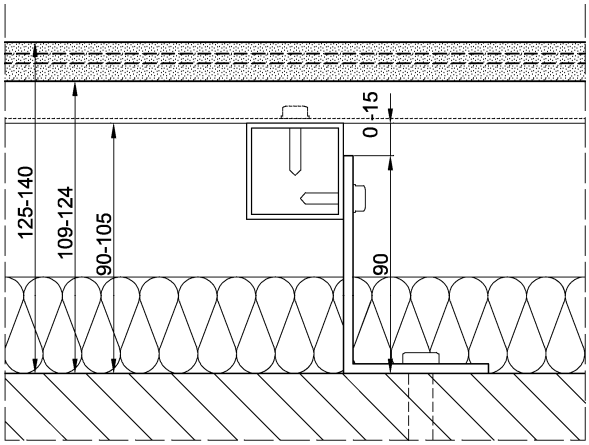
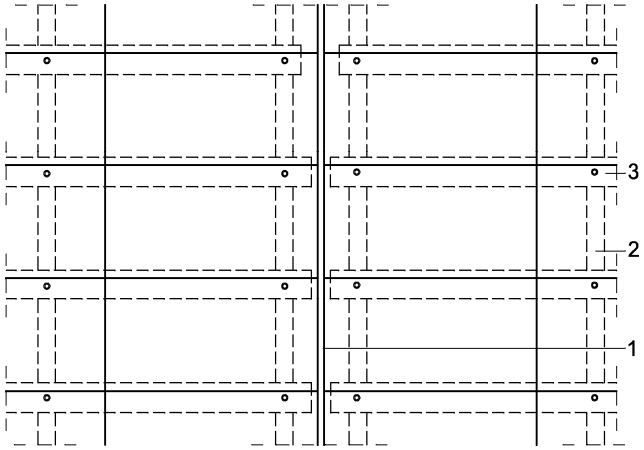
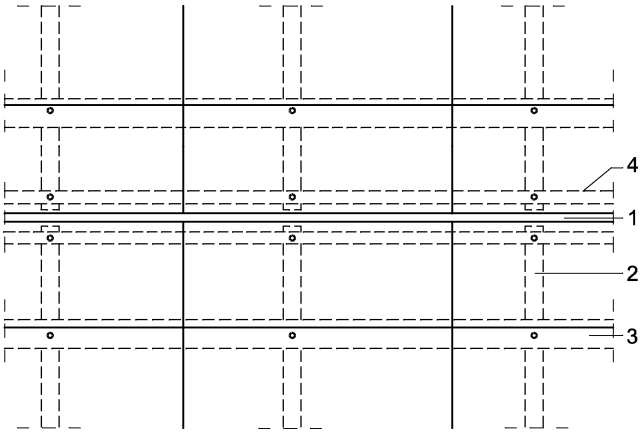


Figura 4.2: Sección horizontal. Espesor del sistema.



1. Junta vertical
2. Perfil vertical
3. Perfil horizontal doble (PHD)

Figura 4.3: Esquema de montaje recomendado entre juntas verticales.



1. Junta horizontal
2. Perfil vertical
3. Perfil horizontal doble (PHD)
4. Perfil horizontal simple (PHS)

Figura 4.4: Esquema de montaje recomendado entre juntas horizontales.

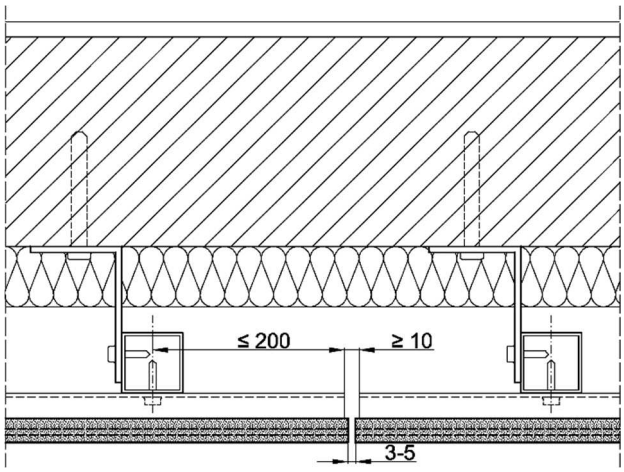


Figura 4.5: Junta recomendada entre perfiles horizontales.

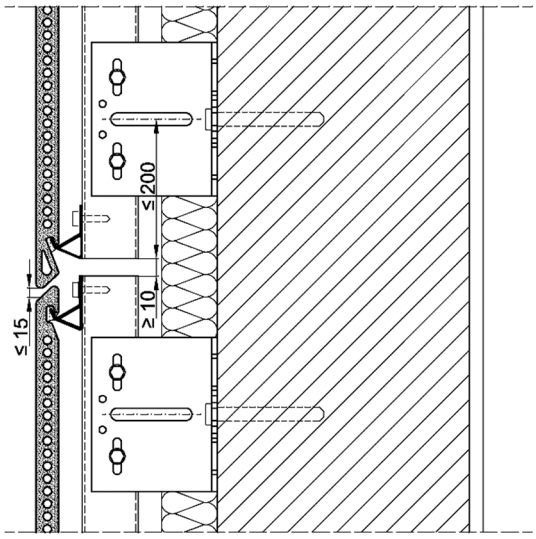


Figura 4.6: Junta recomendada entre perfiles verticales.

4.2. Seguridad estructural

El sistema Faveton® Bersal SS/Al no contribuye a la resistencia y estabilidad de la estructura del edificio. Sin embargo, debe justificarse mediante cálculo que la solución adoptada para el sistema resiste las acciones previstas en su función de hoja exterior de fachada ventilada.

En el caso de que el proyectista lo requiera, el departamento técnico de Faveton Terracota SL puede facilitar asesoramiento específico para el proyecto.

La estructura soporte deberá tener la resistencia y estabilidad adecuada para soportar las acciones transmitidas por el sistema.

Asimismo, en el caso de que la estructura soporte sea metálica, por ejemplo de acero laminado, se evitará el contacto directo entre ésta y el sistema Faveton® Bersal SS/Al para prevenir los posibles efectos de corrosión por par galvánico.

El sistema deberá diseñarse para ser compatible con los movimientos del sustrato al que está sujeto. Para ello se deberán tener en cuenta las limitaciones impuestas por el CTE a la estructura soporte o sustrato (p.ej. la limitación de flecha de los forjados).

Las acciones a las cuales va a estar sometida la fachada y la estructura deberán definirse en función de la geometría general del edificio y su situación topográfica teniendo en cuenta el DB-SE del CTE.

Para el cálculo de las acciones de viento, se deberá considerar que los extremos de las fachadas o esquinas salientes expuestas son las zonas más solicitadas por el viento y en ellas se producen esfuerzos del orden del doble que en el centro del paño.

Para el cálculo de la acción de peso propio, se debe considerar que el peso máximo del sistema dependerá de la modulación del sistema.

Para zonas donde existan requisitos sísmicos se deberá tener en cuenta la capacidad resistente del elemento soporte en función de las exigencias básicas del CTE respecto a la seguridad estructural así como las exigencias de la norma básica NCSE-02.

De la subestructura del sistema debe determinarse la modulación adecuada de los perfiles verticales (≤ 1,0 m), el tipo y número de ménsulas y la distancia máxima entre ellas (≤ 1,0 m).

Como referencia en los cálculos se pueden considerar: un coeficiente mínimo de mayoración de acciones de viento, γ_Q = 1,50, un coeficiente mínimo de mayoración de acciones de peso, γ_Q = 1,35, un coeficiente mínimo de minoración de resistencia del material, γ_m = 1,10 y un coeficiente mínimo de seguridad de la resistencia al arrancamiento del anclaje sobre el sustrato, variable en función de la resistencia y material del sustrato, pudiéndose tomar por defecto un coeficiente, γ_{anc} = 3,00 cuando no se disponga de evidencias relativas a la resistencia del sustrato. En caso de zonas sísmicas, las acciones debidas al sismo se ponderarán con un coeficiente mínimo, γ_s = 1,30 y se tendrán en cuenta simultáneamente todas las acciones.

Para la evaluación de la resistencia y estabilidad del sistema Faveton® Bersal SS/Al frente al viento se han considerado las acciones especificadas en el punto 3.3 del DB SE AE del CTE. En cualquier caso, para las distintas situaciones se deberán realizar estudios específicos.

La resistencia al viento y frente al peso propio del sistema puede calcularse teniendo en cuenta:

- La resistencia a flexión y la resistencia de las pestañas de las placas (véanse los apartados 9.6 y 9.7).
- La resistencia de la unión perfil guía horizontal – perfil vertical (véase el apartado 9.9).
- La tensión máxima de los perfiles guía horizontal y verticales (véase el límite elástico del material en la tabla 2.3).
- La flecha máxima admisible en los perfiles guía horizontal y verticales L/300.
- La resistencia de las ménsulas (véase el apartado 9.8).
- La tensión máxima de diseño frente a acciones de viento debería ser inferior o igual a 3000 Pa, valor máximo de resistencia obtenido en los ensayos (véase el apartado 9.3).

El tipo de anclaje entre las ménsulas de la subestructura y el soporte debe elegirse individualmente en cada proyecto en función del tipo de soporte y del valor de las acciones que intervienen, garantizando la resistencia, estabilidad y durabilidad del sistema Faveton® Bersal SS/Al (véase la tabla 2.7).

4.3. Seguridad en caso de incendio

4.3.1. Reacción al fuego

Los componentes del sistema Faveton® Bersal SS/Al son de materiales (cerámica, aluminio y acero) que tienen una clasificación de reacción al fuego A1 sin necesidad de ser ensayados tal como se establece en el cuadro 1.2-1 del Real Decreto 842/2013, la Decisión 96/603/CE y sus modificaciones. Por tanto cumplen con la exigencia B-s3,d2 indicada en la sección SI2 del DB SI del CTE.

El aislamiento térmico que puede estar incorporado en la cámara de aire de la fachada ventilada deberá ser elegido de modo que cumpla con las exigencias indicadas en la sección del DB SI del CTE indicada anteriormente.

Adicionalmente, el proyectista deberá analizar si es necesaria la incorporación de barreras cortafuego horizontales en la cámara ventilada para impedir que,

por el efecto chimenea, un eventual incendio se propague por la cámara.

4.3.2. Resistencia al fuego

La característica de resistencia al fuego es una característica aplicable al conjunto de componentes que forman el cerramiento de fachada y no exclusivamente al sistema Faveton® Bersal SS/Al.

En todos los casos, la composición y diseño del conjunto del sistema constructivo ubicado tras la cámara ventilada (hoja interior), deberá garantizar la limitación de resistencia al fuego según se establece en la sección SI2 del DB SI del CTE.

4.4. Salubridad

4.4.1. Grado de impermeabilidad al agua de lluvia

Según se establece en el apartado 2.3.1 de la sección HS1 del DB HS del CTE, el grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas frente a la penetración de precipitaciones se obtiene en la tabla 2.7 de dicha sección HS1 en función de la zona pluviométrica de promedios y del grado de exposición al viento correspondiente a la ubicación del edificio.

Para definir el grado de impermeabilidad de una fachada que contenga el sistema Faveton® Bersal SS/Al, se deberá considerar la equivalencia de los elementos del sistema respecto a las condiciones de fachada indicadas en la sección HS1 del DB HS del CTE, estableciendo el nivel de prestación (R, B y C) teniendo en cuenta adicionalmente el ensayo del sistema indicado en el apartado 9.1. A continuación se indican los niveles de prestación asignados:

C. Composición de la hoja principal

Esta prestación no es aplicable al sistema sino a la hoja interior de la fachada que completa el cerramiento junto con el sistema.

R. Resistencia del revestimiento

Teniendo en cuenta las siguientes características:

- Las placas del sistema Faveton® Bersal SS/Al son revestimientos discontinuos fijados mecánicamente de dimensiones mayores que 300 mm de lado.
- La fijación mecánica al soporte es suficiente para garantizar su estabilidad.
- Las condiciones de diseño y ejecución del sistema Faveton® Bersal SS/Al son adecuadas para garantizar la adaptación a los movimientos del soporte.

Se puede considerar un nivel de prestación R3 siempre que la cara exterior de la hoja principal del cerramiento (hoja interior) disponga de un enfoscado de mortero o un elemento de prestaciones equivalentes.

B. Resistencia de la barrera contra la penetración de agua

Teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- El sistema Faveton® Bersal SS/Al permite una cámara de aire de entre 109 y 124 mm de espesor.
- El diseño del sistema permite una adecuada recogida y evacuación del agua tanto de la cámara de aire del sistema, como de todos los encuentros con huecos u otros elementos de fachada (véanse los detalles constructivos del capítulo 5).
- La superficie de juntas abiertas entre las placas cerámicas permite una adecuada ventilación de la cámara de aire.

El sistema Faveton® Bersal SS/Al presenta una estanqueidad al agua baja (véase el apartado 9.1). Sin embargo, se puede establecer un nivel de prestación B3 para el cerramiento completo de fachada considerado, siempre que la hoja interior del cerramiento se proteja mediante un aislante no hidrófilo colocado por su cara exterior y se mantenga una cámara de aire no inferior a 30 mm de espesor.

Alternativamente, puede utilizarse un elemento de revestimiento intermedio de prestaciones equivalentes, como una lámina impermeable al agua pero suficientemente permeable al vapor de agua.

Asimismo, se deberá prestar mucha atención a la ejecución de los huecos y otros puntos singulares, principalmente en aquellas zonas en las que las placas puedan quedar interrumpidas.

4.4.2. Limitación de condensaciones

La limitación de condensaciones es una característica prestacional que es aplicable al cerramiento completo de fachada y principalmente a la composición y diseño de la hoja interior.

El cerramiento completo deberá garantizar la limitación de condensaciones superficiales e intersticiales indicadas en la sección HE1 del DB HE del CTE.

Para ello, en cada proyecto se deberán realizar las comprobaciones necesarias, teniendo en cuenta las características higrotérmicas exteriores (dependen de la ubicación del edificio), las características higrotérmicas interiores (dependen del uso del edificio), y las características higrotérmicas de los materiales utilizados en el cerramiento completo.

Cuando la cámara de aire del sistema es ventilada la limitación de condensaciones corresponde a la hoja interior del cerramiento.

Para realizar estas comprobaciones se podrá seguir lo indicado en el DA DB HE1/2 del CTE.

4.4.3. Estanqueidad al aire

La estanqueidad al aire es una característica prestacional que es aplicable al cerramiento completo de fachada.

En el caso de cerramientos con cámara de aire ventilada la estanqueidad al aire es una característica que debe ser garantizada exclusivamente por la hoja interior del cerramiento, ubicada tras la cámara de aire.

4.5. Seguridad de utilización

La seguridad de utilización del sistema se evalúa a partir de los resultados de los ensayos de impacto por el exterior y la consideración de otros aspectos como la equipotencialidad de los componentes metálicos de la subestructura[8].

4.5.1. Impacto por el exterior

En relación al impacto por el exterior (véase el apartado 9.4), el sistema tiene la siguiente categoría de uso:

- Categoría IV de impacto exterior[9].

Esta categoría implica que el sistema es apto para el revestimiento de fachadas en zonas fuera del alcance del nivel del suelo, por tanto, se deberá evitar su uso en zócalos de edificios, plantas bajas frente a plazas públicas y fachadas que requieran el uso de góndolas o elementos similares para su limpieza.

4.5.2. Equipotencialidad

En cada proyecto se deberá analizar si la subestructura del sistema debe estar conectada a tierra para mantener su equipotencialidad[8].

Para ello se deberán tener en cuenta los aspectos indicados en el apartado 4.13 de la norma UNE EN 13830 y si alguno de los componentes de la subestructura, elementos de fijación o componentes metálicos para el acabado de la fachada (arranque y coronación principalmente) pueden estar en contacto con personas.

4.6. Protección frente al ruido

Este requisito es aplicable al conjunto de componentes que forman el cerramiento de fachada y no exclusivamente al sistema Faveton® Bersal SS/Al.

En todos los casos, la composición y diseño del conjunto del sistema constructivo ubicado tras la cámara ventilada (hoja interior), deberá garantizar la exigencia respecto al aislamiento a ruido según se establece en el DB HR del CTE.

4.7. Ahorro de energía y aislamiento térmico

Este requisito es aplicable al conjunto de componentes que forman el cerramiento de fachada y no exclusivamente al sistema Faveton® Bersal SS/Al.

En todos los casos, la composición y diseño del conjunto del sistema constructivo ubicado tras la cámara ventilada (hoja interior), deberá garantizar la exigencia respecto al aislamiento térmico según se establece en el DB HE del CTE.

4.8. Durabilidad

La durabilidad del sistema Faveton® Bersal SS/Al se asegura con buenas medidas de diseño del proyecto (véase el apartado 4.1), prestando atención a la resolución de los puntos singulares (véase el capítulo 5), con una correcta ejecución (véase el capítulo 6) y unas adecuadas prescripciones de mantenimiento.

El proyectista debe tener en cuenta el grado de corrosividad asociado al ambiente específico en que se sitúe el proyecto, contemplando factores como la presencia elevada de salinidad o elementos contaminantes y el *tiempo de humedad*[10], según se establece en la norma ISO 9223.

Los materiales metálicos del sistema Faveton® Bersal SS/Al deberán adecuarse a las condiciones de exposición específicas de cada obra.

Los perfiles guía horizontal, perfiles verticales y ménsulas son de aluminio y los elementos de fijación entre ellos son de acero inoxidable, materiales de alta resistencia frente a la corrosión en contacto con el ambiente exterior.

En cuanto a la corrosión específica de los componentes metálicos del sistema Faveton® Bersal SS/Al, se pueden considerar los siguientes aspectos:

- Los perfiles guía horizontal, perfiles verticales y las ménsulas tienen un grado de durabilidad B y pueden requerir protección en ambientes urbanos o industriales con exposición severa y en ambientes marinos, según queda especificado en la tabla D.1 del anexo D de la norma EN 1999-1-1.
- La tornillería del sistema es de acero inoxidable austenítico clase A2 y presenta una alta resistencia frente a la corrosión. No obstante, la norma

[8] La conexión equipotencial deberá realizarse de acuerdo a lo especificado en el CTE DB SUA-8, el apartado 4.13 de la norma UNE EN 13830 y a la normativa que sea de aplicación según legislación vigente, tal como el REBT.

[9] Las categorías de impacto por el exterior se clasifican en cuatro grupos (categoría I a IV), donde la categoría I es el nivel más alto mientras que la categoría IV es el valor más bajo de la clasificación.

[10] Tal como se indica en la norma ISO 9223, el tiempo de humedad (*time of wetness*) es el periodo (horas/año) durante el cual una superficie metálica es recubierta por una película líquida y/o de adsorción de un electrolito capaz de causar corrosión atmosférica.

UNE EN ISO 3506-1 establece en su anexo B precauciones en cuanto a su uso[11].

En todos los casos, si el proyectista lo considera necesario, se puede establecer una protección específica a partir de las indicaciones del apartado D.3 del anexo D de la norma EN 1999-1-1.

El proyectista debe tener en cuenta las posibles incompatibilidades de orden químico entre los materiales del sistema Faveton® Bersal SS/Al y entre éstos y los materiales de la estructura soporte. Para ello se tomarán las medidas de protección adecuadas según se establece en la tabla D.2 del anexo D de dicha norma, en función de las distintas combinaciones metálicas y el ambiente específico en que se sitúe el proyecto.

Los anclajes que se elijan para fijar las ménsulas a la estructura soporte también deben ser de materiales protegidos contra la corrosión en función del ambiente donde vayan a ser utilizados. La durabilidad de los anclajes depende de forma directa del tipo de metal base. Para su análisis se debe prever la corrosión debida a las condiciones atmosféricas y al contacto de metales distintos (par galvánico).

[11] El apartado B 2.2 del anexo B de la norma UNE EN ISO 3506-1 recomienda para los aceros inoxidables de clase A2 evitar su uso en “medios ácidos no oxidantes y que contengan agentes clorados, es decir, en piscinas y agua de mar”.

5. Detalles constructivos

Las cotas de todas las figuras del presente DAU están expresadas en mm.

Leyenda (para todas las figuras):

1. Placa cerámica Faveton® Bersal.
2. Perfil horizontal doble de aluminio (PHD).
3. Perfil horizontal simple de aluminio (PHS).
4. Tornillo autotaladrante.
5. Perfil vertical de aluminio.
6. Ménsula de aluminio (MS o MR).
7. Aislante térmico.
8. Anclaje a estructura soporte.
9. Placa cerámica Faveton® Bersal cortada en jambas y dinteles (inclinación 10%).
10. Barrera impermeable.
11. Jamba metálica con perfil metálico de ajuste.
12. Fijación especial de la placa.
13. Pieza metálica para remate de coronación.
14. Pieza cerámica Faveton® para coronación.
15. Perfil para aireación (perforación cada 1,5 m).
16. Perfil metálico.
17. Zócalo.
18. Angular 60 x 30 mm.
19. Dintel metálico con perfil metálico de ajuste.
20. Cordón de silicona.
21. Vierteaguas metálico.
22. Vierteaguas cerámico Faveton®.

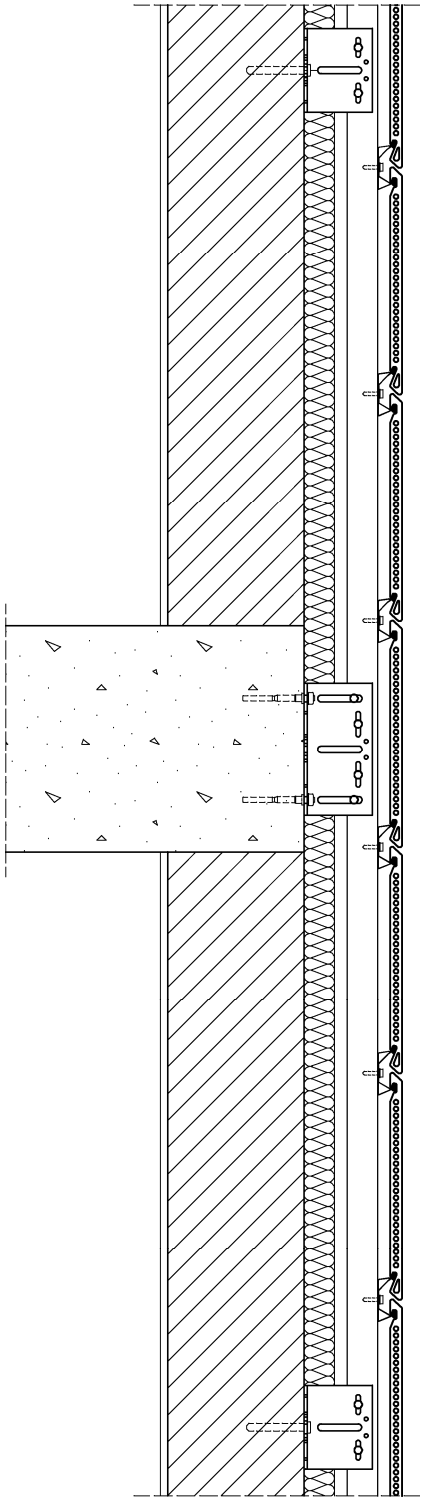


Figura 5.1: Sección vertical.

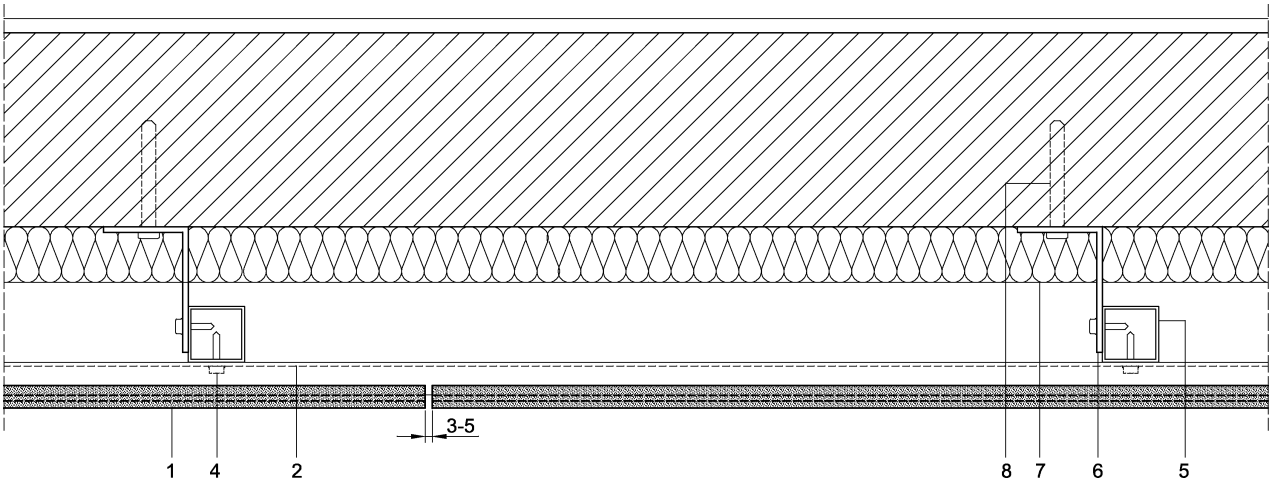


Figura 5.2: Sección horizontal de la fachada Faveton® Bersal.

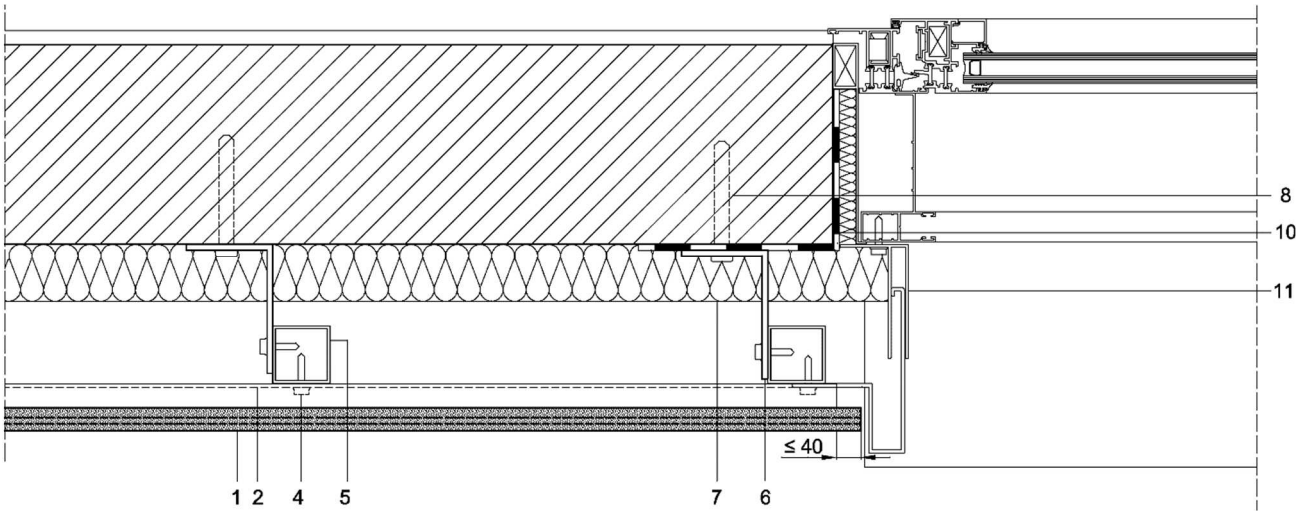


Figura 5.3: Jamba con perfil metálico.

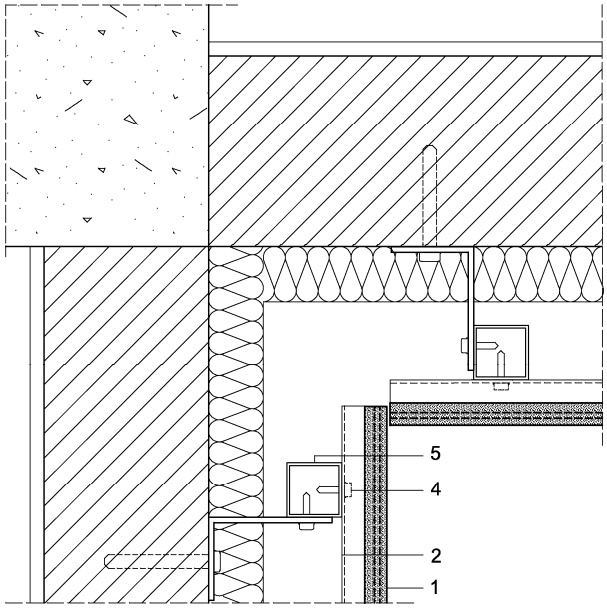


Figura 5.4: Esquina entrante con placa cerámica estándar.

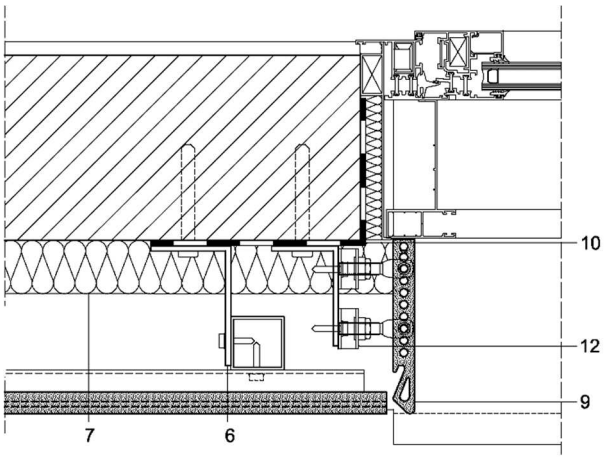


Figura 5.5: Jamba con placa cerámica cortada.

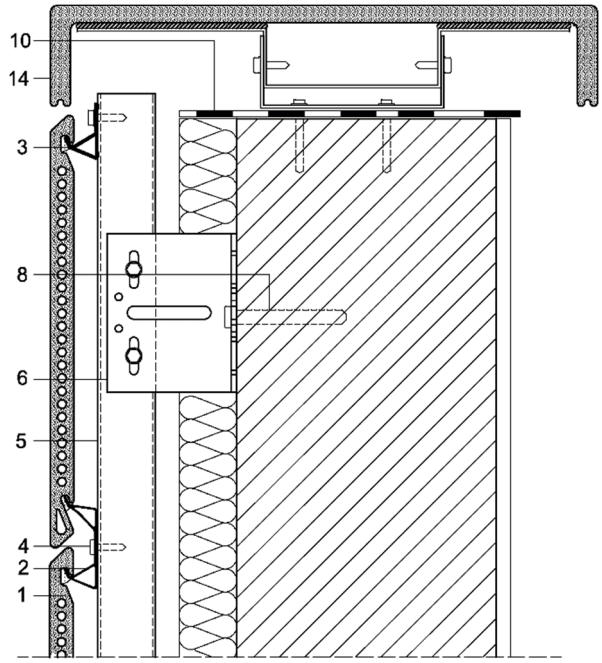


Figura 5.6: Coronación con pieza cerámica Faveton®.

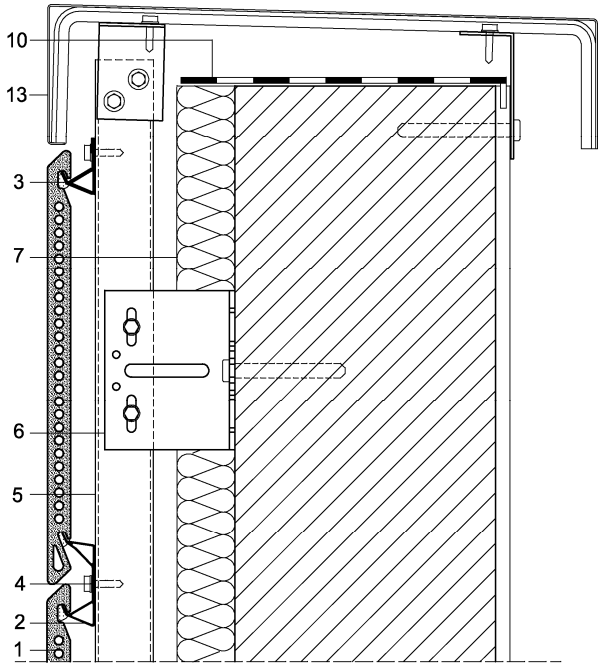


Figura 5.7: Coronación con perfil metálico.

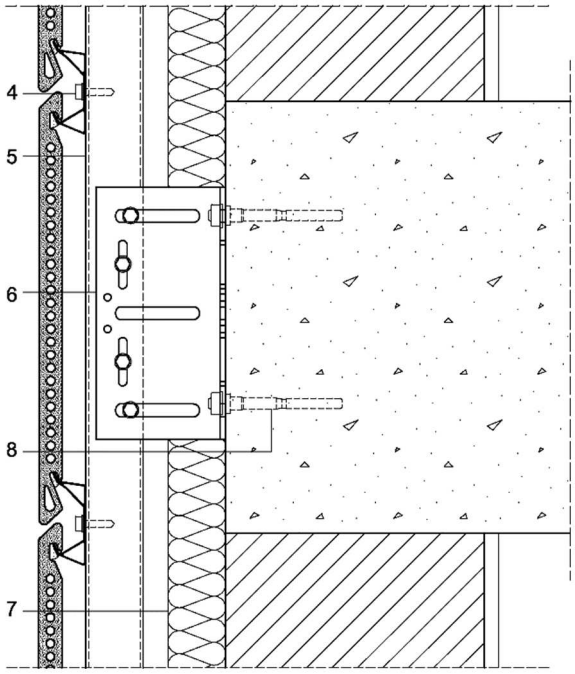


Figura 5.8: Encuentro con forjado. Ménsula de sustentación (MS).

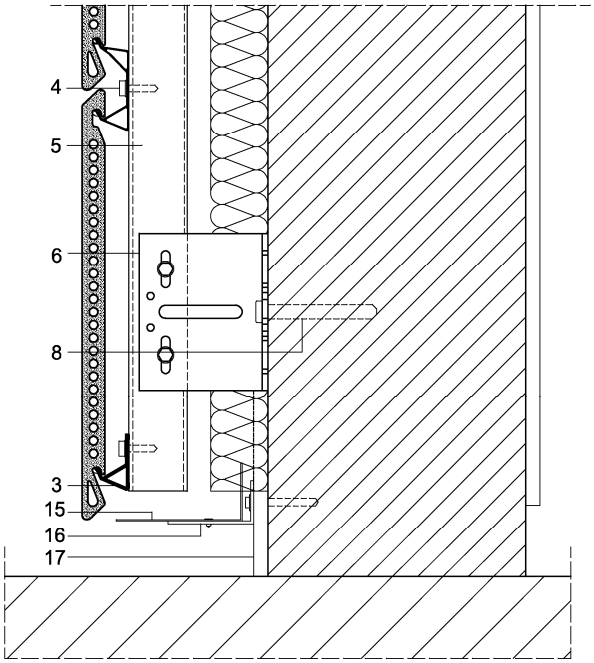


Figura 5.9: Arranque con perfil metálico.

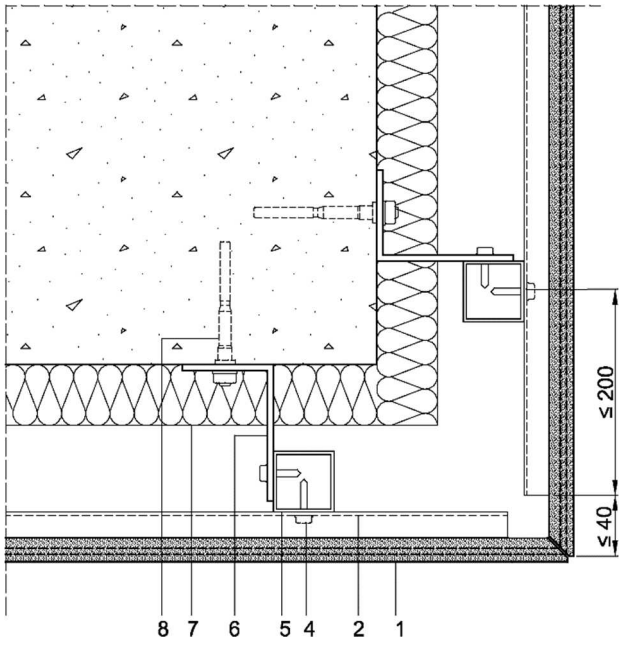


Figura 5.10: Esquina saliente con placa ingletada.

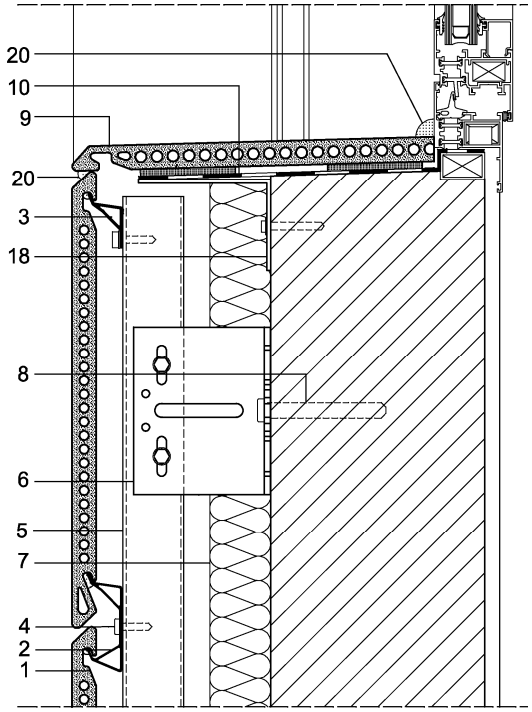


Figura 5.11: Vierteaguas con pieza Faveton® Bersal cortada.

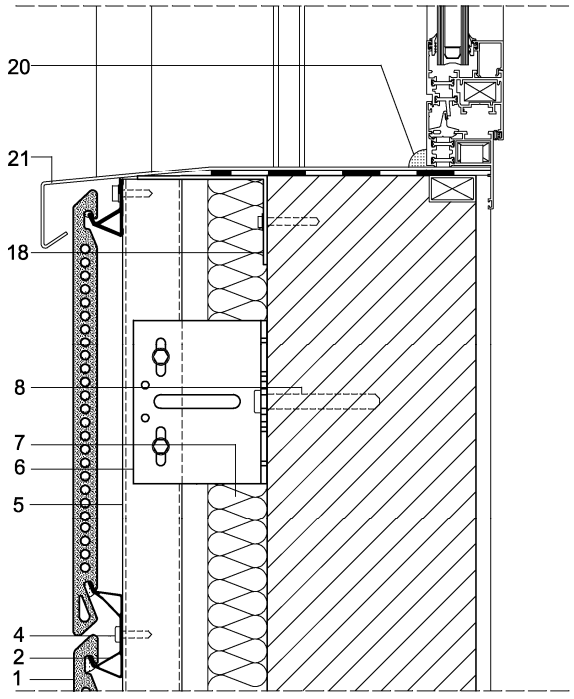


Figura 5.12: Vierteaguas con perfil metálico.

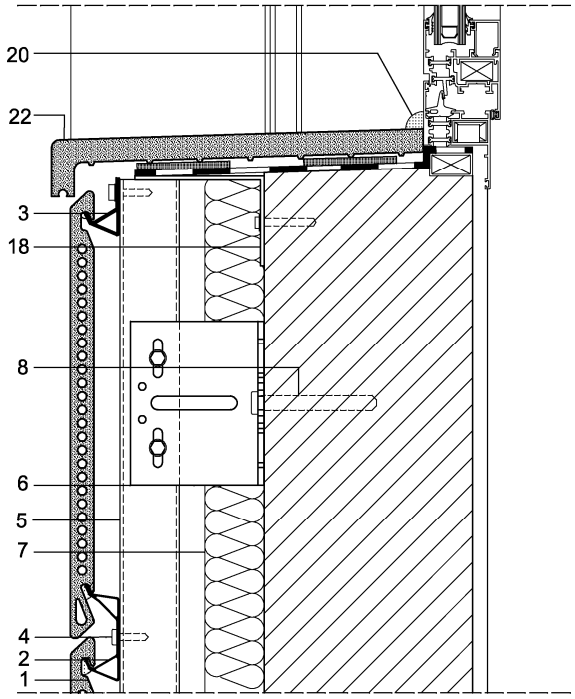


Figura 5.13: Vierteaguas con pieza cerámica Faveton®.

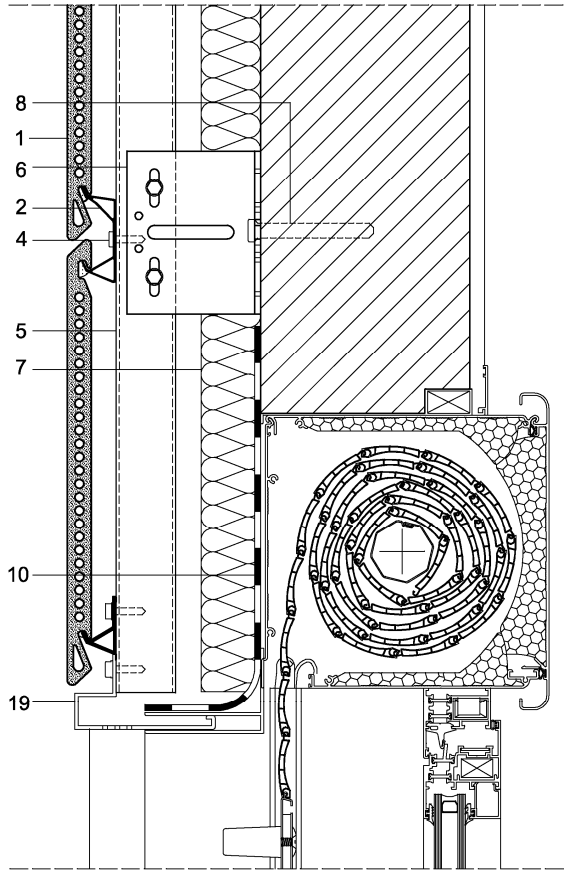


Figura 5.14: Dintel con perfil metálico y caja de persiana.

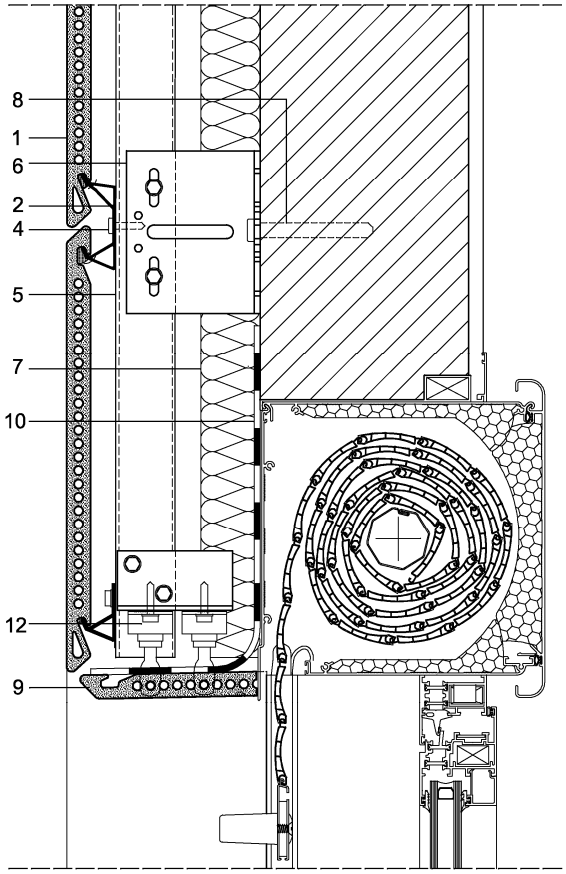


Figura 5.15: Dintel con placa cerámica cortada y caja de persiana.

6. Criterios de puesta en obra

6.1. Criterios generales de puesta en obra

6.1.1. Montadores y equipos de montaje

El sistema Faveton® Bersal SS/Al debe ser instalado por personal y/o empresas especializadas en este sistema; en el caso en que se requiera Faveton Terracota SL facilita personal especialista en el montaje del sistema.

Los equipos de montadores deben constar de al menos dos personas. Los montadores deben acreditar su cualificación y experiencia. El nivel mínimo de cualificación que deben tener los montadores es peón especialista.

Los medios auxiliares y la maquinaria de obra deben cumplir las condiciones funcionales y de calidad establecidas en las normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial de estos equipos.

6.1.2. Manipulación en obra. Condiciones de seguridad

Los componentes del sistema Faveton® Bersal SS/Al deben estar almacenados en la obra tal como se indica en el apartado 3.4.

El transporte de los componentes del sistema hasta su lugar de colocación puede ser realizado a mano desde el acopio en obra, entendiendo que cualquier medio auxiliar de ayuda al transporte de material facilitará la labor de los montadores.

En el caso de las placas cerámicas es aconsejable realizar el transporte de las piezas a través de medios mecánicos, hasta el pie de la plataforma elevadora o andamio de cremallera, o hasta la planta del edificio correspondiente a su colocación en caso de que los medios auxiliares empleados sean andamios fijos, modulares, multiform o convencionales.

En general en cualquier acción de manipulación de los materiales en la obra se debe evitar que se produzcan desperfectos en los mismos.

En el proceso de montaje y mantenimiento debe tenerse en cuenta la normativa vigente sobre prevención de riesgos laborales así como prever que se incluya en el plan de seguridad y salud de la obra desarrollado al efecto.

6.2. Verificaciones previas a la puesta en obra

Una vez se tenga ejecutada la estructura del edificio y el sustrato soporte del sistema Faveton® Bersal SS/Al se deberá verificar, a partir de los planos aportados por la dirección facultativa, que la modulación y cálculo inicial de los componentes de la fachada considerados en la fase de proyecto es la adecuada para iniciar la puesta en obra del sistema.

Las verificaciones a realizar son:

1. Verificación de las dimensiones reales de la estructura del edificio, sus huecos y el posicionamiento de éstos.

   Esta verificación se realizará mediante las mediciones reales de la estructura y huecos y la comparación de éstas con las dimensiones consideradas inicialmente en el proyecto.

   El máximo desplome admitido por el sistema Faveton® Bersal SS/Al es de 15 mm.

   En caso de que las mediciones no coincidan se procederá del siguiente modo:

   - Si las diferencias dimensionales tanto horizontales como verticales pueden ser absorbidas por el juego de las juntas entre placas (véase el rango de valores indicados en el apartado 6.8), se deberá reajustar la modulación de placas y el posicionamiento de los perfiles y ménsulas con las nuevas dimensiones de las juntas.
   - Si las diferencias dimensionales no pueden ser absorbidas por el juego de las juntas, se deberá notificar esta cuestión a la dirección facultativa, con la consiguiente remodelación de la fachada considerando las medidas reales de la obra.
   - Las placas de los extremos de la fachada se podrán dejar como regulación para absorber las pequeñas modificaciones en las dimensiones horizontales.

2. Verificación de la resistencia de los anclajes sobre la estructura soporte (forjados, pilares o muros de obra de fábrica) principalmente en obras de rehabilitación o en obras nuevas cuando no se disponga de datos específicos sobre la estructura soporte.

   Esta verificación se realiza mediante un cálculo estadístico de la resistencia de los anclajes a emplear en base a varias extracciones in situ de éstos sobre la estructura soporte.

   Si esta verificación no resulta positiva se podrá proceder, bien aumentando el número de anclajes o ménsulas a emplear de modo que el esfuerzo se reparta entre un mayor número de apoyos, rehaciendo el cálculo correspondiente (véase el apartado 4.2), o bien sustituyendo los anclajes definidos por otros con prestaciones adecuadas. Este último caso requerirá siempre de una nueva verificación mediante extracciones de los nuevos anclajes empleados sobre el soporte.

6.3. Replanteo

Tras la verificación inicial de la modulación y cálculo del sistema Faveton® Bersal SS/Al a ejecutar (véase el apartado 6.2), el técnico responsable de la puesta en obra del sistema marca el posicionamiento de las ménsulas y los perfiles verticales sobre la estructura soporte de la obra, según la modulación final establecida, con el fin de que sean seguidas por los montadores del sistema.

6.4. Corte de las placas cerámicas

Para poderse adaptar a cualquier modulación las placas cerámicas alveolares Faveton® Bersal pueden cortarse transversalmente.

El corte puede realizarse en fábrica o en obra haciendo uso de los medios necesarios para ello, una sierra de mesa de disco circular refrigerada con agua, no admitiéndose piezas cortadas con piqueta o con cizalla.

Si las piezas requieren de algún cajeado o corte que no sea longitudinal o transversal, se realizará con un sistema de disco con diamante.

No es recomendable el corte longitudinal de las placas. En caso de realizarse se deberá garantizar tanto el correcto soporte de las placas como la resistencia de estas y de las pestañas frente a los esfuerzos considerados según lo establecido en el apartado 4.2.

6.5. Montaje de las ménsulas

Una vez elegidos y verificados los anclajes adecuados para la obra en cuestión se procede a fijar las ménsulas según el replanteo inicial del técnico responsable de la puesta en obra del sistema Faveton® Bersal SS/Al, teniendo en cuenta la tipología de las ménsulas y su disposición y siguiendo las instrucciones del fabricante del anclaje.

Se debe considerar que las ménsulas de carga permiten la transmisión del peso del sistema y del revestimiento, así como de las acciones horizontales de viento a la estructura soporte, mientras que las ménsulas de apoyo permiten únicamente la transmisión de acciones horizontales.

Las ménsulas se deben fijar al perfil vertical mediante las fijaciones definidas en el capítulo 2.

Asimismo, se debe considerar que:

- Cada perfil vertical debe tener un punto de carga y varios puntos de apoyo que permitan los movimientos de dilatación del sistema.
- En cada punto de carga del perfil vertical pueden colocarse una o dos ménsulas MS (de altura 175 mm), cada una anclada con al menos dos anclajes. Sin embargo, si se utilizan las ménsulas MR (de altura 110 mm), el punto de carga del perfil debe ejecutarse siempre con dos ménsulas enfrentadas.
- En cada punto de apoyo deberán colocarse ménsulas, preferiblemente contrapeadas, a lo largo del perfil.
- Es recomendable que los puntos de carga se ubiquen sobre el frente del forjado de la estructura soporte, teniendo en cuenta las solicitaciones ejercidas sobre ellos. Además, también se recomienda que los puntos de carga de los distintos perfiles de un paño de fachada se coloquen alineados horizontalmente en una misma fila y altura.
- Las ménsulas de los puntos de carga pueden situarse en cualquier lugar del perfil vertical aunque se recomienda que se sitúen en la parte superior del perfil.
- Las ménsulas de los puntos de apoyo pueden ser ancladas sobre cualquier lugar de la estructura soporte, incluyendo si es necesario el frente de forjado.
- El anclaje de la ménsula al sustrato soporte deberá ser el definido en el proyecto siguiendo las especificaciones indicadas en la tabla 2.7.
- La distancia máxima entre ménsulas de un mismo perfil deberá limitarse en función de los resultados de los cálculos a partir de las acciones previstas en el proyecto. En ningún caso debe ser superior a 1,0 m.

6.6. Montaje de los perfiles verticales

Los perfiles verticales se fijan a las alas de las ménsulas de los puntos de carga y posteriormente a las ménsulas de los puntos de apoyo.

El número mínimo de tornillos entre las ménsulas y el perfil vertical son dos fijaciones por ménsula (posicionado en los agujeros simples para puntos de carga y en los agujeros colisos para puntos de apoyo).

Los perfiles verticales pueden cortarse a diferentes longitudes en función de las exigencias de la fachada y de los cálculos.

También debe definirse y comprobarse que la separación vertical entre dos perfiles consecutivos sea la necesaria para permitir su dilatación considerando las variaciones de temperatura indicadas en la sección AE del DB SE del CTE y para permitir absorber las posibles deformaciones de los forjados de la estructura, considerando 10 mm como un valor apropiado para los casos habituales. Asimismo se deben aplomar y alinear en dirección vertical y horizontal consiguiendo un único plano entre ellos, con una tolerancia de ± 1 mm/m para la longitud máxima del perfil (6 m).

La distancia máxima permitida entre perfiles verticales también deberá ser definida mediante los cálculos correspondientes. En ningún caso debe ser superior a 1,0 m.

Una vez colocados los perfiles, si la solución de la hoja interior del cerramiento de la fachada ventilada contempla la incorporación de un aislamiento térmico sobre su cara exterior (en contacto con la cámara de aire ventilada), se deberá proceder a la colocación de este aislante. En el caso de que sea aplicado mediante proyección, se debe proteger el lado frontal de los perfiles verticales, p.ej. con una cinta adhesiva que luego se pueda retirar fácilmente.

6.7. Montaje de los perfiles guía horizontal

Los perfiles horizontales se fijan a los perfiles verticales mediante las fijaciones definidas en el apartado 2.5. El número de elementos de unión debe ser al menos uno por encuentro entre perfil horizontal y perfil vertical, o bien el número que venga determinado por los cálculos resistentes realizados para el sistema Faveton® Bersal SS/Al a ejecutar (véase la figura 6.3).

Los perfiles horizontales pueden cortarse a diferentes longitudes en función de las exigencias de la fachada y de los cálculos.

Se procede a fijar los perfiles horizontales según el replanteo inicial del técnico responsable, teniendo en cuenta la tipología (PHD o PHS) en función de su situación específica (arranque, coronación o formación de juntas entre áreas de placas sujetas a subestructuras mecánicamente independientes entre sí).

Al realizar el montaje se debe tener en cuenta que la separación horizontal mínima entre dos perfiles consecutivos debe ser de 10 mm para permitir su dilatación y absorber las posibles deformaciones de la estructura. Asimismo se deben aplomar y alinear en dirección vertical y horizontal consiguiendo un único plano entre ellos, con una tolerancia de ± 0,5 mm/m.

La distancia entre dos perfiles horizontales viene determinada por el ancho de placa Faveton® Bersal que vaya a ser utilizada (véase la figura 4.1), con una tolerancia de ± 1 mm.

6.8. Montaje de las placas cerámicas

El montaje de una placa cerámica Faveton® Bersal se realiza comenzando por las filas de placas inferiores y colocándolas por desplazamiento de arriba hacia abajo hasta que queden apoyadas sobre dos perfiles horizontales (véase la figura 6.4), sobre cuyas alas se ha aplicado previamente un cordón de masilla (véase el apartado 2.6).

Se debe tener en cuenta que la dimensión de la junta horizontal entre placas fijadas a subestructuras independientes entre sí, no debe ser superior a 10 mm (siempre que no permita extraer la pieza una vez esté montada la fachada) y las dimensiones de la junta vertical deben estar en el rango de 3 mm a 5 mm.

6.9. Ejecución de los puntos singulares

Para la ejecución de los puntos singulares se deberán tener en cuenta los detalles constructivos indicados en el capítulo 5. Faveton Terracota SL puede facilitar asesoramiento técnico para el diseño y ejecución de puntos singulares.

En general se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Las piezas de coronación y vierteaguas (véanse las figuras 5.6, 5.7, 5.11, 5.12 y 5.13) son siempre necesarias ya que impiden que las placas de la última fila puedan desmontarse del perfil guía soporte. En todos los casos la junta horizontal debe ser inferior a 10 mm.
- Las piezas de coronación deben ser colocadas de modo que se impida la entrada de agua a través de sus juntas, por ejemplo mediante el solape del perfil inferior de soporte o el propio perfil metálico de coronación o mediante el sellado de las juntas.
- Las piezas de coronación deben estar fijadas a su soporte mediante adhesión o fijación mecánica.
- La barrera impermeable que se coloca bajo las piezas de coronación o las piezas de vierteaguas debe ser colocada sobre una superficie regular para su correcto apoyo, por ejemplo mediante un revoco o similar.
- Las piezas de vierteaguas y la barrera impermeable deberán tener unos alzados laterales (junto a las jambas) de modo que el agua no pueda filtrarse por entre las entregas de estos componentes a las jambas.
- La pieza de vierteaguas deberá ser diseñada y colocada de modo que no permita la acumulación de agua en ella.
- En los casos en que se requiera, se podrá colocar una capa de aislamiento térmico inmediatamente después de la barrera impermeable del vierteaguas, sin embargo se deberá considerar que este aislamiento deberá tener una resistencia a compresión adecuada para soportar el peso de la pieza de vierteaguas y las acciones sobre él.

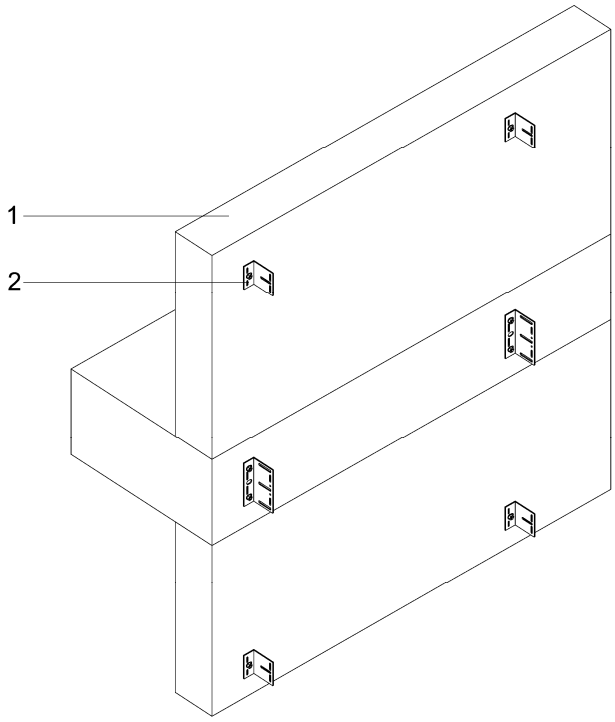


Figura 6.1: Colocación de las ménsulas.

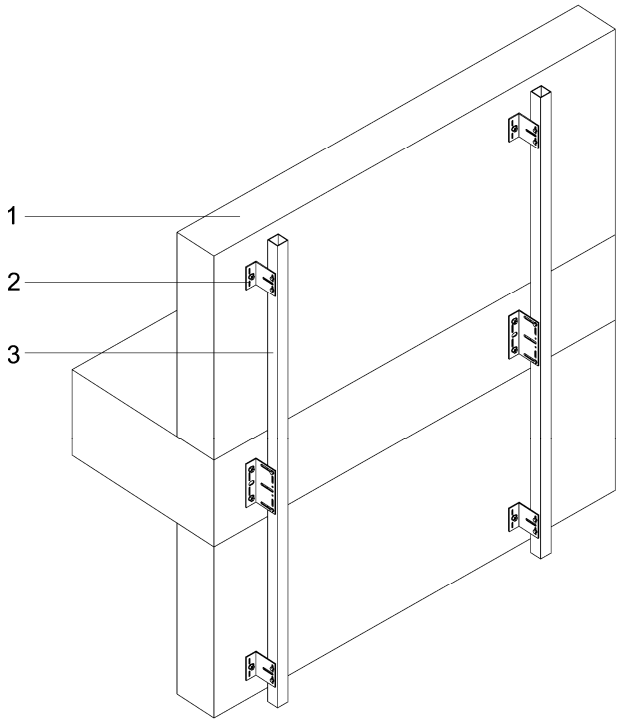


Figura 6.2: Colocación de los perfiles verticales.

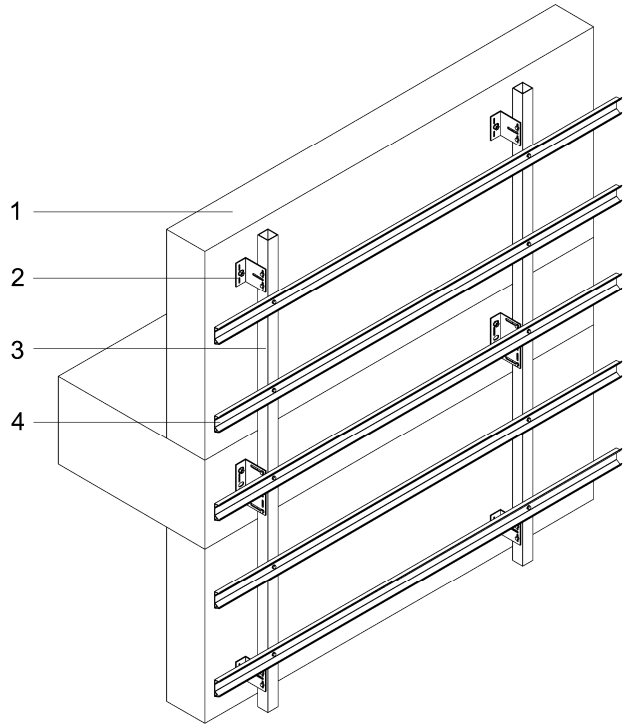


Figura 6.3: Colocación de los perfiles horizontales.

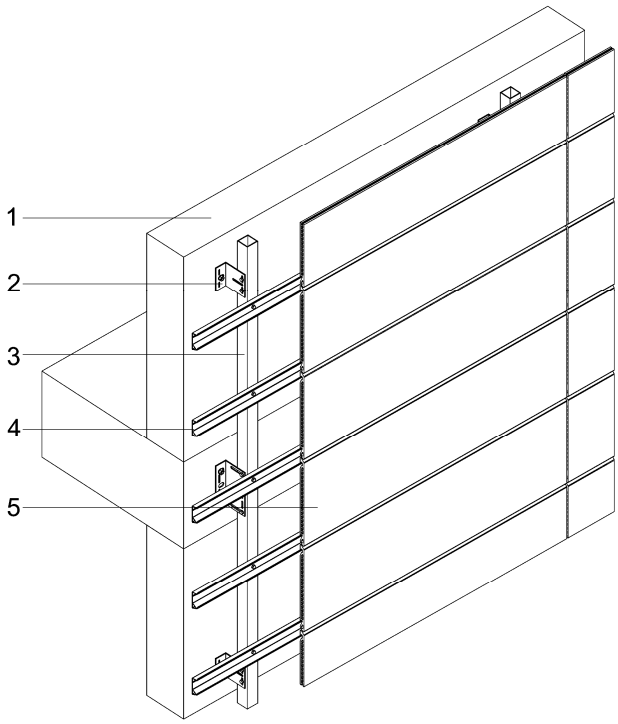


Figura 6.4: Colocación de las placas.

Leyenda:

1. Estructura soporte.
2. Ménsula de aluminio.
3. Perfil vertical de aluminio.
4. Perfil horizontal de aluminio.
5. Placas cerámicas Faveton® Bersal.

7. Otros criterios

7.1. Criterios de mantenimiento del sistema

Al igual que cualquier otro sistema constructivo, el sistema Faveton® Bersal SS/Al debe ser objeto de inspecciones periódicas de mantenimiento y conservación.

Para realizar estas revisiones se deben tener en cuenta las operaciones y periodos de inspección indicados en la tabla 6.1 la sección HS1 del DB HS para fachadas.

Estas operaciones de inspección deberán ser complementadas con los siguientes aspectos particulares:

- Respecto al conjunto de la fachada se deberán observar las posibles pérdidas de planicidad, aplomados, el correcto soporte entre las placas de revestimiento y los perfiles, etc.
- Respecto a las placas cerámicas se deberá observar, principalmente, la aparición de cualquier deterioro como pérdida de material, aparición de fisuras o roturas, etc.
- Respecto a los elementos metálicos se deberán observar los indicios de corrosión o de agua acumulada, así como la aparición de deformaciones.

En caso de observar alguno de estos aspectos o cualquier otro tipo de lesión, se deberá valorar el grado de importancia de la misma y, si se considera oportuno, proceder a su reparación. Como cualquier operación de mantenimiento de los edificios, estas operaciones deben ser consideradas por la propiedad y llevadas a cabo por técnicos cualificados.

7.2. Medidas para la protección del medio ambiente

Deberá optimizarse el consumo de material de los distintos componentes con objeto de evitar sobrantes y minimizar los residuos.

7.2.1. Tratamiento de residuos

Tras la entrada en vigor de la Decisión 2000/532/CE y de sus modificaciones, donde se establece la Lista Europea de Residuos (LER), es obligatorio que los productos tengan asignado un código LER que permita al usuario conocer el tipo de gestión de residuos que le corresponde. En la tabla 7.1 se indican los códigos LER declarados por Faveton Terracota SL para los distintos componentes.

Los residuos generados durante la puesta en obra deberán ser gestionados según la legislación vigente por un gestor autorizado a tal efecto (véase el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición).

Componentes del sistema	Código LER	TR
Placas cerámicas	170103	No especial
Perfiles y ménsulas de aluminio	170402	
Tornillos de acero inoxidable	170405	
Otros materiales/envases		
Palés de madera	150103	No especial
Sacos y envases compuestos	150105	

Tabla 7.1: Códigos LER declarados.

7.3. Condiciones exigibles a las empresas instaladoras de los sistemas

El sistema Faveton® Bersal SS/Al debe ser instalado por personal y/o empresas especializadas en la ejecución del sistema. Para demostrar la especialización, el personal de las empresas instaladoras deberá realizar la formación específica para la ejecución del sistema impartida por parte de los técnicos especializados de Faveton Terracota SL.

Asimismo, se recomienda que la empresa instaladora esté certificada en relación a su capacidad para la puesta en obra del sistema Faveton® Bersal SS/Al. Dicha certificación deberá ser emitida por un organismo autorizado al efecto e inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación (CTE), por ejemplo la Declaración ApTO (Aptitud Técnica en Obra) que otorga el ITeC.

8. Referencias de utilización y visitas de obra

8.1. Referencias de utilización

El sistema Faveton® Bersal SS/Al se lleva ejecutando desde el año 2004.

Se han aportado como referencias de utilización la siguiente relación de obras:

- Viviendas en Palos de la Frontera.
- Viviendas en Méndez Álvaro (Madrid).
- Escuela de música de Pinto (Madrid).
- Viviendas en Montblanc (Tarragona).
- Escuela Universitaria de Torrelavega (Cantabria).
- Quioscos en el Parque lineal de la ribera del Ebro (Zaragoza).
- 12 viviendas en la c/Pignatelli nº 23 (Zaragoza).
- Viviendas en Requena (Valencia).

8.2. Visitas de obra

Se ha realizado un muestreo de obras realizadas con el sistema Faveton® Bersal SS/Al, ejecutadas y en proceso de ejecución.

Las obras seleccionadas fueron inspeccionadas por personal del ITeC, dando lugar al Informe de visitas de obras recogido en el *Dossier Técnico del DAU.*

El objetivo de las visitas ha sido, por un lado contrastar la aplicabilidad de las instrucciones de puesta en obra con los medios humanos y materiales definidos por Faveton Terracota SL y, por otro, identificar los aspectos que permitan evitar posibles patologías que puedan afectar al sistema ejecutado.

Los aspectos relevantes destacados en el transcurso de la realización de las visitas de obra se han incorporado a los criterios de proyecto y ejecución indicados en el capítulo 6.

9. Evaluación de ensayos y cálculos

Se ha evaluado la adecuación al uso del sistema Faveton® Bersal SS/Al en relación con el cumplimiento del *Procedimiento Particular de evaluación del DAU.*

Este procedimiento ha sido elaborado por el ITeC considerando la reglamentación española de construcción aplicable en cada caso:

- en edificación se consideran las exigencias básicas que establece el CTE para cada uno de los requisitos básicos,
- en otros ámbitos de la construcción se considera la reglamentación específica de aplicación,

así como otros requisitos adicionales relacionados con la durabilidad y las condiciones de servicio del sistema.

Los ensayos que forman parte de esta evaluación han sido realizados en los laboratorios de CIDEMCO e ITC, sobre muestras representativas del producto objeto del DAU tomadas en las instalaciones del titular por personal del ITeC.

Todos los informes de ensayo y de cálculos, así como el informe de toma de muestras, quedan recogidos en el *Dossier Técnico del DAU*.

En los siguientes apartados se presentan las evidencias consideradas para el presente DAU.

9.1. Ensayo de estanqueidad al agua de lluvia

Se ha ensayado el nivel de estanqueidad al agua de lluvia del sistema Faveton® Bersal SS/Al. El método utilizado es el indicado en la norma UNE-EN 12865, procedimiento A (informe 17980-1).

El ensayo se ha realizado con una probeta representativa del caso más desfavorable (mayor número de juntas, formato 250x600 mm).

El ensayo se ha detenido a 150 Pa de presión, al producirse una acumulación de agua en la cara interior de la placa de la cámara ventilada. Por tanto, el límite de estanqueidad al agua[12] es **150_A Pa**.

9.2. Ensayo de resistencia a carga vertical

Se ha ensayado el sistema Faveton® Bersal SS/Al frente a acción de carga vertical. El método utilizado es el indicado el apartado 5.4.2.6.2 de la ETAG 034-1 (informe 19249).

Tras una hora de ensayo, el desplazamiento era inferior a 0,1 mm por lo que, tal como se describe en el método de ensayo, se detuvo el ensayo.

[12] Tal como se define en la norma UNE EN 12865, el límite de estanqueidad al agua es el máximo impulso de diferencia de presión atmosférica, en Pa, para el cual no ocurre penetración de agua durante el ensayo.

El desplazamiento originado por la acción de carga vertical aplicada es compatible con el uso del sistema Faveton® Bersal SS/Al.

9.3. Ensayo de resistencia al viento

Se ha ensayado el sistema Faveton® Bersal SS/Al frente a acciones de succión y presión de viento. El método de ensayo utilizado es el indicado en el apartado 5.4.1.1 y 5.4.1.2 de la ETAG 034-1 (informes 17980-2 y 17980-3).

Los resultados obtenidos se indican en la tabla 9.1.

Estos resultados confirman los valores límite de acción estática de viento obtenidos a partir de las comprobaciones realizadas mediante cálculo del sistema Faveton® Bersal SS/Al (véase el apartado 9.12).

9.4. Ensayo de resistencia frente a impactos por el exterior

Se ha ensayado el sistema Faveton® Bersal SS/Al frente a impactos de cuerpo duro y cuerpo blando. El método de ensayo utilizado es el indicado en el apartado 5.4.4 de la ETAG 034-1 (informe 19251).

Los resultados obtenidos se indican en la tabla 9.2.

Los resultados de estos ensayos han sido utilizados para determinar las categorías de uso frente a impactos (véase el apartado 4.5.1).

9.5. Ensayo de resistencia frente a fuerza puntual horizontal

Se ha ensayado el sistema Faveton® Bersal SS/Al frente a una fuerza puntual horizontal que pretende simular el apoyo de una escalera portátil sobre la fachada para, por ejemplo, trabajos de mantenimiento. El método de ensayo utilizado es el indicado en el apartado 5.4.3 de la ETAG 034-1 (informe 19250).

No se producen deformaciones permanentes en ninguno de los componentes del sistema.

9.6. Ensayo de resistencia a flexión de las placas

Se ha ensayado la resistencia a la flexión y carga de rotura de la placa Faveton® Bersal. El método de ensayo utilizado es el indicado en la norma UNE-EN ISO 10545-4 (informes 19252 y 17979).

Los resultados obtenidos son los indicados en la tabla 9.3. Estos resultados confirman el valor mínimo indicado en la tabla 2.2.

9.7. Ensayo de resistencia de las pestañas de las placas

Se ha ensayado la resistencia de las pestañas de la placa Faveton® Bersal. El método de ensayo utilizado es el indicado en el apartado 5.4.2.3.1 de la ETAG 034-1 (informe 19253).

Se han ensayado la pestaña inferior y pestaña superior de apoyo de las placas Faveton® Bersal sobre los perfiles guía horizontal.

Los resultados obtenidos se indican en la tabla 9.4. Estos resultados confirman el valor mínimo indicado en la tabla 2.2.

9.8. Ensayo de resistencia de las ménsulas

Se ha ensayado la resistencia de las ménsulas frente a fuerza vertical y horizontal. El método de ensayo utilizado es el indicado en el Anexo E de la ETAG 034-2 (informe 19256).

Los resultados obtenidos se indican en la tabla 9.5.

9.9. Ensayo de resistencia al atravesamiento (*pull-through*) del perfil guía horizontal

Se ha ensayado la resistencia del perfil guía horizontal a ser atravesado por el tornillo que lo conecta al perfil vertical. El método de ensayo utilizado es el indicado en el apartado 5.4.2.3.4 de la ETAG 034-1 (informe 19254).

Los resultados obtenidos se indican en la tabla 9.6.

9.10. Ensayo de resistencia al arrancamiento (*pull-out*) del tornillo perfil guía horizontal – perfil vertical

Se ha ensayado la resistencia al arrancamiento del tornillo entre el perfil guía horizontal y el perfil vertical. El método de ensayo utilizado es el indicado en el apartado 5.4.2.3.4 de la ETAG 034-1 (informe 19254).

Los resultados obtenidos se indican en la tabla 9.6.

9.11. Ensayo de resistencia al cortante y tracción de los tornillos perfil-ménsula

Se ha ensayado la resistencia a cortante y tracción de los tornillos autotaladrantes del sistema Faveton® Bersal SS/Al (informe 19257).

Los resultados obtenidos se indican en la tabla 9.6.

9.12. Cálculos

Se han realizado cálculos para el contraste de los resultados de los ensayos mecánicos de los componentes del sistema Faveton® Bersal SS/Al.

Las acciones verticales y horizontales (gravitatorias y viento) consideradas en estos cálculos son:

- Peso del conjunto del sistema 51,0 kg/m² de los cuales 42,0 kg/m² corresponden al peso de las placas, 6,0 kg/m² corresponden al peso de los perfiles guía horizontal y 3 kg/m² corresponden al peso de los perfiles verticales (véase la tabla 9.7).
- Presión estática del viento antes de aplicar coeficientes de mayoración (q_e) entre 0,40 kN/m² y 3,00 kN/m².

Los coeficientes de seguridad considerados son:

- Coeficiente de mayoración del peso: γ_{qp} = 1,35.
- Coeficiente de mayoración de acciones de viento: γ_{qv} = 1,50.
- Coeficiente de minoración de material: γ_{mat} = 1,10.

Las condiciones geométricas del sistema utilizadas son:

- Separación máxima entre perfiles verticales: 1,0 m.
- Separación máxima entre perfiles horizontales: 0,4 m.
- Longitud máxima del perfil vertical: 6,0 m.
- Separación máxima entre ménsulas: 1,0 m.
- Disposición de las ménsulas definida en el apartado 6.5.
- Los cálculos se realizan considerando el modelo de viga continua con 3 apoyos (dos tramos).

Los límites de comprobación utilizados son:

- Resultados de los ensayos mecánicos de los componentes (véanse los apartados anteriores).
- Valores de los límites elásticos de los materiales de los componentes (véase el capítulo 2).
- Flecha máxima admisible: L/300 para los perfiles guía horizontal y L/300 para los perfiles verticales.

Las comprobaciones realizadas son:

- Momento resistente de las placas.
- Resistencia de la pestaña de las placas.
- Resistencia de los perfiles guía horizontal, comprobación a tensión y flecha.
- Resistencia al arrancamiento del tornillo de unión entre el perfil guía horizontal y el perfil vertical.
- Resistencia de los perfiles verticales a acciones horizontales, comprobación a tensión y flecha.
- Resistencia de las ménsulas, comprobación a tensión y flecha.
- Resistencia a cortante de los tornillos de unión de las ménsulas con los perfiles verticales.
- Solicitaciones en el anclaje entre la ménsula y la estructura soporte, fuerza de arrancamiento y cizalla.

Los resultados obtenidos son los indicados en las tablas 9.7.

Formato de placa (mm)	Tipo de ensayo	Máxima Q (i) (Pa)	Desplazamiento bajo máxima Q (mm)	Desplazamiento después de recuperación de 1 minuto (mm)	Observaciones
1200 x 400 x 16	Succión	3000	21,6	7,7	No se producen defectos ni deformaciones permanentes.
	Presión	2400	16,3	8,2	A partir de 2400 Pa se observan deformaciones apreciables. A 3600 Pa se produce una fisura en una placa.
600 x 250 x 16	Succión	3000	13,3	0,2	No se producen defectos ni deformaciones permanentes.
	Presión	3800	23,3	1,5	A 3900 Pa se produce la rotura de la unión entre los perfiles de la zona central.

(i) Máxima acción del equipo de medida.

Tabla 9.1: Resultados del ensayo de resistencia frente a acciones de presión y succión de viento.

Impacto			Resultado	Categoría de impacto
Cuerpo duro (i)	H1	• Impactos: 1 J (altura 0,20 m) • Núm. impactos: 3	No rotura ni daño superficial	Categoría IV
	H2	• Impactos: 3 J (altura 0,61 m) • Núm. impactos: 3	Fisuración y rotura de la placa	
Cuerpo blando (ii)	S1	• Impactos: 10 J (altura 0,34 m) • Núm. impactos: 3	No rotura ni daño superficial	

(i) Bola de acero de 50 mm de diámetro y 0,5 kg de masa.

(ii) Pelota de 3,0 kg de masa.

Tabla 9.2: Resultados del ensayo de resistencia frente a impactos de cuerpo duro y cuerpo blando.

Formato de placa (mm)	Apoyo	Fuerza de rotura (N)		Resistencia a flexión (MPa)	
		Media, F_{med}	Característica (i), $F_{u,5}$	Media, F_{med}	Característica (i), $F_{u,5}$
600 x 250 x 16	Longitudinal	2573	1839	15,1	10,9
900 x 300 x 16	Longitudinal	4199	2628	24,6	15,8
1200 x 400 x 16	Longitudinal	3149	2565	18,4	15,0
	Transversal (según apoyo entre perfiles guía)	2799	2433	16,4	14,3

(i) Valor característico (p = 95%) de los resultados de los ensayos con un nivel de confianza del 75%.

Tabla 9.3: Resultados del ensayo de resistencia a flexión de las placas.

Formato de placa (mm)	Tipo de pestaña	Fuerza de rotura (N)				Modo de fallo
		Media, F_{med}		Característica (i), $F_{u,5}$		
		Ensayo	Corrección L = 100 mm (ii)	Ensayo	Corrección L = 100 mm (ii)	
600 x 250 x 16	Inferior	1411	235	1009	168	Rotura de la pestaña
900 x 300 x 16	Superior	1214	135	778	86	
1200 x 400 x 16	Inferior	846	70	535	45	

(i) Valor característico (p = 95%) de los resultados de los ensayos con un nivel de confianza del 75%.

(ii) Valor en 100 mm de longitud de placa.

Tabla 9.4: Resultados del ensayo de resistencia de las pestañas de las placas.

Tipo de fuerza	Ménsulas	Fuerza a desplazamiento (N)				Fuerza última (N) (ii)	
		de 1 mm		de 3 mm			
		R_{md1}	R_{cd1} (i)	R_{md2}	R_{cd2} (i)	R_{ms}	R_{cs} (i)
Vertical	Altura 175 (MS)	374	257	1414	1271	10272	9134
	Altura 110 (MR)	392	244	1351	1198	5472	4608
Horizontal	Altura 175 (MS)	972	761	---	2800 (iii)	10827	9653
	Altura 110 (MR)	804	670	---	2200 (iii)	5473	4563

(i) Valor característico (p = 95%) de los resultados de los ensayos con un nivel de confianza del 75%.

(ii) Fuerza última correspondiente a una deformación permanente irreversible o rotura.

(iii) Dato obtenido de las curvas fuerza-desplazamiento de los ensayos.

Donde:

R_m = valor medio de los resultados de los ensayos.

R_c = valor característico (p = 95%) de los resultados de los ensayos con un nivel de confianza del 75%.

Tabla 9.5: Resultados del ensayo de resistencia de las ménsulas.

Ensayo	Tipo de fijación	Perfil	Fuerza de rotura (N)		
			Media, F_{med}	Característica, $F_{u,5}$	Modo de fallo
Atravesamiento (*pull-through*)	ST 5,5 x 22	Perfil doble (PHD) aluminio	1969	1827	Salida del tornillo
		Perfil simple (PHS) aluminio	1931	1642	
Arrancamiento (*pull-out*)		Perfil vertical aluminio	2163	1853	
Cortante		---	4369	2418	Rotura
Tracción		---	4084	1334	Rotura cabeza

(i) Valor característico (p = 95%) de los resultados de los ensayos con un nivel de confianza del 75%.

Tabla 9.6: Resultados de los ensayos de resistencia de las uniones entre perfiles.

Longitud del perfil vertical (m)	Punto fijo con 1 ménsula (i)			Punto fijo con 2 ménsulas (i)		
	Tipo de ménsula en punto fijo	Máxima separación entre perfiles verticales (mm)	Condición límite de fallo	Tipo de ménsula en punto fijo	Máxima separación entre perfiles verticales (mm)	Condición límite de fallo
6,0	MS 175x60x90x4,0	≤ 310	(ii)	MS 175x60x90x4,0	680	(ii)
	MR 110x60x90x4,0	≤ 290		MR 110x60x90x4,0	640	
5,0	MS 175x60x90x4,0	≤ 360		MS 175x60x90x4,0	820	
	MR 110x60x90x4,0	≤ 340		MR 110x60x90x4,0	770	
4,0	MS 175x60x90x4,0	≤ 460		MS 175x60x90x4,0	1000	(iii)
	MR 110x60x90x4,0	≤ 430		MR 110x60x90x4,0	960	(ii)
3,0	MS 175x60x90x4,0	≤ 610		MS 175x60x90x4,0	1000	(iii)
	MR 110x60x90x4,0	≤ 580		MR 110x60x90x4,0		

(i) Cálculo realizado con una ménsula como punto fijo, masa de las placas de revestimiento 45,0 kg/m^2, masa de los perfiles verticales igual a 4,0 kg/m^2 y masa de los perfiles horizontales igual a 2,0 kg/m^2.

(ii) Fuerza característica para un desplazamiento de 3 mm del perfil ménsula.

(iii) Límite de separación entre perfiles verticales.

Tabla 9.7a: Resultados de los cálculos de comprobación por peso en función de la longitud del perfil vertical.

Separación (mm)			Máxima succión estática de viento, q_e (i) (kN/m^2)	Condición límite de fallo
Entre perfiles verticales	Entre ménsulas	Entre perfiles horizontales		
1000	500	≤ 400	≤ 1,15	(ii)
		≤ 300	≤ 1,55	
		≤ 250		(iii)
	750	≤ 400	≤ 1,00	(iii)
	1000	≤ 400	≤ 0,75	(iii)
750	500	≤ 400	≤ 2,05	(ii)
		≤ 300		(iii)
	750	≤ 400	≤ 1,35	(iii)
	1000	≤ 400	≤ 1,00	(iii)
500	500	≤ 400	≤ 3,00	(iv)
	750	≤ 400	≤ 2,05	(iii)
	1000	≤ 400	≤ 1,55	(iii)

(i) Valores antes de aplicar el coeficiente de mayoración de acciones.

(ii) Límite elástico del perfil guía horizontal PHD. Es importante comprobar la flecha de los perfiles guía de arranque y coronación ya que en ciertas situaciones estos datos limitan el sistema.

(iii) Valor límite mínimo de la acción para un desplazamiento límite de 3 mm de la ménsula MR.

(iv) Valor límite del ensayo de viento (3000 Pa).

Tabla 9.7b: Resultados de los cálculos de comprobación de la resistencia frente a acciones de viento.

10. Comisión de Expertos

Este DAU ha sido sometido a la consideración de una Comisión de Expertos, tal y como se indica en el *Reglamento del DAU* y en la Instrucción de trabajo para la elaboración del DAU.

La Comisión de Expertos ha estado constituida por representantes de distintos organismos e instituciones, que han sido seleccionados en función de sus conocimientos, independencia e imparcialidad para emitir una opinión técnica respecto al ámbito cubierto por este DAU.

La relación general de los expertos que han constituido las comisiones de expertos de los DAU puede ser consultada en la página web del ITeC, itec.es.

Los comentarios y observaciones realizados por los miembros de esta Comisión han sido incorporados al texto del presente DAU.

11. Documentos de referencia

- Código Técnico de la Edificación. Documentos Básicos del CTE: DB SE, DB SI, DB HS, DB SUA, DB HR y DB HE.
- Decisión 2000/532/CE. Decisión en lo relativo a la lista de residuos. Decisión con modificaciones.
- RD 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- RD 842/2013 por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- ETAG 034. Kit de revestimientos exteriores de fachada.
- EN ISO 9223. Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Classification, determination and estimation.
- ISO 37. Rubber, vulcanized or thermoplastic -- Determination of tensile stress-strain properties.
- UNE EN 12865. Comportamiento higrotérmico de componentes y elementos de edificación. Determinación de la resistencia al agua de lluvia de muros exteriores bajo impulsos de presión de aire.
- UNE EN 13830. Fachadas ligeras. Norma de producto.
- UNE EN 14411. Baldosas cerámicas. Definiciones, clasificación, características, evaluación de la conformidad y marcado.
- UNE EN 1999-1-1. Eurocódigo 9: Diseño de estructuras de aluminio. Parte 1-1: Reglas generales.
- UNE EN 755-1. Aluminio y aleaciones de aluminio. Parte 1: Condiciones técnicas de inspección y suministro.
- UNE EN 755-2. Aluminio y aleaciones de aluminio para forja. Parte 2: Características mecánicas.
- UNE EN ISO 10545-10. Baldosas cerámicas. Parte 10: Determinación de la dilatación por humedad.
- UNE EN ISO 10545-11. Baldosas cerámicas. Parte 11: Determinación de la resistencia al cuarteo de baldosas esmaltadas.
- UNE EN ISO 10545-12. Baldosas cerámicas. Parte 12: Determinación de la resistencia a la helada.

- UNE EN ISO 10545-14. Baldosas cerámicas. Parte 14: Determinación de la resistencia a las manchas.
- UNE EN ISO 10545-16. Baldosas cerámicas. Parte 16: Determinación de pequeñas diferencias de color.
- UNE EN ISO 10545-2. Baldosas cerámicas. Parte 2: Determinación de las dimensiones y del aspecto superficial.
- UNE EN ISO 10545-3. Baldosas cerámicas. Parte 3: Determinación de la absorción de agua, de la porosidad abierta, de la densidad relativa aparente, y de la densidad aparente.
- UNE EN ISO 10545-4. Baldosas cerámicas. Parte 4: Determinación de la resistencia a la flexión y de la carga de rotura.
- UNE EN ISO 10545-8. Baldosas cerámicas. Parte 8: Determinación de la dilatación térmica lineal.
- UNE EN ISO 10545-9. Baldosas cerámicas. Parte 9: Determinación de la resistencia al choque térmico.
- UNE EN ISO 10666. Tornillos autotaladrantes y autorroscantes. Características mecánicas y funcionales.
- UNE EN ISO 15480. Tornillos autotaladrantes con cabeza hexagonal de arandela, con rosca autorroscante
- UNE EN ISO 3506-1. Características mecánicas de los elementos de fijaciones de acero inoxidable resistente a la corrosión. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones.
- UNE EN ISO 3506-4. Características mecánicas de los elementos de fijaciones de acero inoxidable resistente a la corrosión. Parte 4: Tornillos autorroscantes.
- UNE EN ISO 9001. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.

12. Evaluación de la adecuación al uso

Vistas las siguientes evidencias técnicas experimentales obtenidas durante la elaboración del DAU 16/101 siguiendo los criterios definidos en el *Procedimiento Particular de Evaluación del DAU 16/101,* elaborado por el ITeC:

- resultados de los ensayos y cálculos,
- información obtenida en las visitas de obra,
- control de producción en fábrica,
- criterios de proyecto y detalles constructivos del sistema,
- instrucciones del montaje y ejecución del sistema,

y teniendo en cuenta la metodología prescrita por el *Reglamento del DAU,* la autorización y registro del ITeC para la concesión del DAU* y lo indicado en el apartado 5.2 del artículo 5 del *Código Técnico de la Edificación*, relativo a la evaluación de productos y sistemas constructivos innovadores, se considera que el ITeC tiene evidencias para declarar que el sistema Faveton® Bersal SS/Al, ejecutado a partir de las placas cerámicas Faveton® Bersal fabricado en la planta de producción de Muel (Zaragoza), y ejecutado de acuerdo con las instrucciones que constan en este DAU, es adecuado para la construcción de:

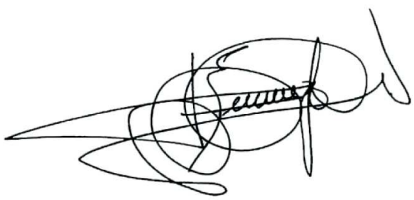
- hoja exterior de fachada ventilada.

puesto que da respuesta a los requisitos reglamentarios relevantes en materia de seguridad estructural y protección contra incendios, así como los requisitos de durabilidad y servicio.

En consecuencia, y una vez sometido este documento a la consideración de la Comisión de Expertos y recogidos los comentarios realizados por la Comisión, el ITeC otorga el DAU al sistema Faveton® Bersal SS/Al de Faveton Terracota SL.

La validez del DAU queda sujeta a las acciones y condiciones de seguimiento que se especifican en el capítulo 13 y a las condiciones de uso del capítulo 14.

(*) El ITeC es un organismo autorizado para la concesión del DAU (BOE 94, 19 abril 2002) para productos de construcción (edificación e ingeniería civil) y está inscrito en el Registro General del CTE: www.codigotecnico.org/index.php/menu-04-registro-general-organismos/menu-organismos-autorizados.



El Director Técnico del ITeC

13. Seguimiento del DAU

El presente DAU queda sujeto a las acciones de seguimiento que periódicamente lleva a cabo el ITeC, de acuerdo con lo establecido en el *Reglamento del DAU*. El objeto de este seguimiento es comprobar que las características del producto y del sistema constructivo, así como las condiciones de puesta en obra y de fabricación, siguen siendo válidas para los usos a los que el sistema está destinado.

En caso de que existan cambios relevantes que afecten a la validez del DAU, éstos darán lugar a una nueva edición del DAU que anulará a la anterior (esta nueva edición tomará el mismo código del DAU que anula y una nueva letra de edición).

Cuando las modificaciones sean menores y no afecten a la validez del DAU, éstas se recogerán en una lista de modificaciones, que se incorporará como capítulo 15 del DAU; además, dichas modificaciones se incorporarán al texto del DAU.

El usuario del DAU debe consultar siempre la versión informática del DAU disponible en formato pdf en la página web del ITeC itec.es, para así cerciorarse de las posibles revisiones del mismo que hayan podido ocurrir durante su vigencia. Este documento es también accesible a través del código QR que consta en el sello del DAU.

14. Condiciones de uso del DAU

La concesión del DAU no supone que el ITeC sea responsable de:

- La posible presencia o ausencia de patentes, propiedad intelectual o derechos similares existentes en el producto objeto del DAU o en otros productos, ni de derechos que afecten a terceras partes o al cumplimiento de obligaciones hacia estas terceras partes.
- El derecho del titular del DAU para fabricar, distribuir, instalar o mantener el producto objeto de DAU.
- Las obras reales o partidas individuales en que se instale, se use y se mantenga el producto; tampoco es responsable de su naturaleza, diseño o ejecución.

Asimismo, el DAU nunca podrá interpretarse como una garantía, compromiso o responsabilidad del ITeC respecto a la viabilidad comercial, patentabilidad, registrabilidad o novedad de los resultados derivados de la elaboración del DAU. Es, pues, responsabilidad del titular del DAU la comprobación de la viabilidad, patentabilidad y registrabilidad del producto.

La evaluación del DAU no supone la conformidad del producto con los requisitos previstos por la normativa de seguridad y salud o de prevención de riesgos laborales, en relación con la fabricación, distribución, instalación, uso y mantenimiento del producto. Por lo tanto, el ITeC no se responsabiliza de las pérdidas o daños personales que puedan producirse debido a un incumplimiento de requisitos propios del citado marco normativo.

15. Lista de modificaciones de la presente edición

La versión informática del DAU recoge, si las hubiera, las actualizaciones, modificaciones y correcciones de la edición A del DAU 16/101, indicando para cada una de ellas su fecha de incorporación a la misma, de acuerdo con el formato de la tabla siguiente. Los cambios recogidos en la tabla se incorporan también al texto del DAU, que se encuentra disponible en la página web del Instituto, itec.es.

El usuario del DAU debe consultar siempre esta versión informática del DAU para así cerciorarse de las posibles revisiones del mismo que hayan podido ocurrir durante su vigencia.

Número	Página y capítulo	Donde decía...	Dice…

Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya

Wellington 19
ES08018 Barcelona
T +34 933 09 34 04
qualprod@itec.cat
itec.es